621.505
ZE
v. 37

Q.

THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
621.505
ZE
v. 37

REMOTE STORAGE
ENGINEERING
ALTGELD HALL ANNEX

Engineering Library

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

https://archive.org/details/zeitschriftfurdi3719unse

# ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

ZUGLEICH 21. JAHRGANG DER ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

SCHRIFTLEITUNG: DR.-ING. MARTIN KRAUSE, BERLIN

37. JAHRGANG VERLAG: GESELLSCHAFT FÜR KÄLTEWESEN M. B. H., BERLIN W. 9. 1930


## Inhalt des siebenunddreissigsten Jahrganges

### I. Abhandlungen, Vorträge, Berichte


A. Baumann. Kühlung und Entfeuchtung von Raumluft, insbesondere nach dem Luftexpansionsprozeß. S. 125.

L. Blaisch und G. Wahl. M. S. »Volkswohl«, das erste deutsche Fischereifahrzeug mit Tiefkühlanlage. S. 29.

I. S. Cammerer. Die Nachteile von Zwischendecken bei kleinen Kühlräumen. S. 212.

Eiskühlanlagen. S. 236.

S. Erk. Ueber Strömungswiderstand und Wärmeübergang in Röhren. S. 215.

Fachausschuß für Forschung in der Lebensmittelindustrie. S. 156.

Gekühltes Trinkwasser. S. 91.

K. Glässel. Der Grad der Füllung und sein Einfluß auf die Leistung einer Ammoniak-Kältemaschine. S. 178.

R. Heiß. Untersuchungen über die Ursache und Verhinderung der Verfärbung von Gefrierfleisch. S. 189.

F. Henning. Die experimentellen Grundlagen der internationalen Temperaturskala im Bereich tiefer Temperaturen. S. 169.

M. Hirsch. Das Berliner Osthafenkühlhaus der Kühltransit A.-G. S. 21.

J. Hybl. Die Verdampfungswärme von Flüssigkeiten. S. 85.

E. Joelson. Berechnung von Schiffsisolierungen. S. 229.

S. Jung. Temperaturverlauf in automatisch gesteuerten Kühlanlagen. S. 101.

E. Kallert. Die gegenwärtige Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch. S. 153.

Kältemaschinen auf der Leipziger Messe. S. 66.

Korrosionen an Kälteanlagen. S. 231.

Kösler. Die Erweiterung der Kühlanlagen im städtischen Schlachthofe in Stuttgart. S. 196.

J. Kuprianoff. Erweiterung der Dampftabellen und Diagramme für bis $-76^0$ C. S. 1.

K. Linge. Wärmeübergangszahlen wässeriger Lösungen von Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Reinhartin bei turbulenter Strömung in Rohren. S. 194.

W. Meißner. Theorie und Konstruktion der Vakuummantelgefäße aus Metall für verflüssigte Gase, insbesondere für flüssigen Wasserstoff. S. 41.

W. Meißner. Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit. S. 174.

F. Naumann. Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft. S. 81, 110, 134.

Neuerungen an Kühlschränken. S. 70.

Neues Kältemittel. S. 120.

Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit. S. 218.

R. v. Ostertag. Die Milchkühlung. S. 149, 181.

R. Plank. Warnungsmittel für Methylchlorid. S. 137.

R. Plank. Die Beziehungen zwischen der Kältetechnik und der chemischen Industrie. S. 209.

M. Rabes. Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung. S. 7, 26, 48.

H. Radek. Die Anwendung des i-ξ-Diagramms zur Bestimmung periodischer Absorptionskältemaschinen. S. 113.

Schäfer. Entzündbarkeit von Isolierungen, besonders auf Schiffen. S. 246.

W. Schlienz. Die Kühlanlagen der Kühlfisch-A.-G., Wesermünde. S. 115.

Schmolke. Gedenktag der Thermodynamik. S. 233.

W. Tamm. Die Kühlung von Fleisch. S. 86.

Van der Ploeg. Der Wärmeübergang am Berieselungskühler. S. 63.

G. Wahl und L. Blaisch. M. S. »Volkswohl«, das erste deutsche Fischereifahrzeug mit Tiefkühlanlage. S. 29.

O. Weißenstein. Neue russische Kühlhäuser. S. 197.


### II. Zeitschriften- und Bücherberichte

a) Zeitschriftenberichte

Wissenschaftliche Grundlagen


W. Benz. Die Berechnung von Solespeichern. S. 71.

E. Haucke. Wärmeübergang an Luft zwischen zwei ebenen parallelen Platten bei Wirbelströmung. S. 54.

J. Hybl. Die Abhängigkeit zwischen Druck und Temperatur gesättigter Dämpfe. S. 12.

J. John, C. Read und E. E. Ambrosius. Die Strömung von überhitztem Ammoniakdampf in einem einzölligen Stahlrohr. S. 71.

O. Krischer. Wärmeverluste von Rohrleitungen im Erdreich. S. 54.

H. Mawson. Die umlaufenden Mengen in $CO_2$-Maschinen. S. 54.

O. Redlich und G. Löffler. Neue Temperaturfixpunkte. S. 237.

E. Salzwedel. Entwicklung einer allgemein gültigen Formel für die Temperaturabhängigkeit des spez. Gewichtes einheitlicher Flüssigkeiten aus dem Experiment und damit in Zusammenhang stehende Fragen. S. 237.

F. Simon, M. Rutemann, W. A. M. Edwards. Untersuchungen über die Schmelzkurve des Heliums I und II. S. 31.

R. Stückle und W. Emendörfer. Vergleichende Versuche über den Wärmedurchgang mit vier ver-

schiedenen Kühlsolen bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen. S. 185.
H. Turettini. Versuche zur Kälteerzeugung mit Hilfe des Peltiereffektes. S. 200.

Kältemaschinen

J. A. Beattie und O. C. Bridgeman. Eine neue Zustandsgleichung für Flüssigkeiten. S. 158.
J. B. Churchill. Der Stand der technischen Kenntnisse auf dem Gebiete der Haushaltkältemaschinen. S. 32.
J. B. Churchill. Die Verwendung von Kältemitteln in der Kälteindustrie. S. 93.
G. Hilger. Verdampferschlange mit mehrfacher Einspritzung. S. 120.
Kältemaschinen auf der Messe in Utrecht. S. 200.
E. Luchsinger und W. Gysin. Die Motoren- und Kühlanlage des Motorschiffes »Johan van Oldenbarnevelt«. S. 237.
D. Mettler. Ein eigenartiges Kältemaschinenproblem für Schiffsbergung. S. 220.
J. C. Reed und E. E. Ambrosius. Die Strömung von überhitztem Ammoniak in Rohren. S. 158.
Silica Gel Kühl-System. S. 120.
R. Stückle. Haushaltkältemaschinen (Nachtrag). S. 13.
R. A. Wheaton. Einfache Entfernung von Ammoniak aus Solekühlern. S. 220.
Wie können Haushaltungskühlschränke untersucht werden? S. 31

Kälteverwendung

F. Baird. Isolierte und gekühlte Lieferwagen. S. 71.
W. H. Carrier. Luftbehandlung in der Druckereiindustrie. S. 185.
T. Clarke. Kühlung eine Notwendigkeit in der Zuckerwarenindustrie. S. 238.
Einfrieren kleiner Früchte für den Verkauf. S. 33.
Gefrorene Lebensmittel. S. 186.
G. S. Harris. Neues über den Bau von Kühlhäusern nach einer Beschreibung eines Kühlhauses der Terminal Freezing & Heating Comp. S. 201.
L. A. Hawkins. Die maßgebenden Umstände beim Verfrachten verderblicher Lebensmittel. S. 161.
G. Hollerung. Freilufteisbahnen und deren Rentabilität. S. 120.
W. S. Josephsohn. Kohlensäure-Wasser-Eis. S. 160.
M. A. Joslyn. Vermeidung der Verfärbung gefrorener Früchte. S. 237.
Kaltlager zur Aufbewahrung von Früchten. S. 203.
Künstliche Eisbahn in Glasgow. S. 33.
Künstliche Kühlung beim Prüfen von Motoren. S. 71.
C. W. Mann. Die Behandlung von kalifornischen Tafel-Weintrauben. S. 71.
K. Meyer und H. Weßler. Kühllagerungsversuche mit verschiedenen Apfelsorten in den Perioden 1927/28 und 1928/29. S. 54.
E. Neubert. Der neue Karstadtbau in Berlin-Neukölln. S. 13.
Neue Kühl- und Gefrieranlage im Schlachthofe München. S. 221.
Neuzeitliche Eisfabrik in Newyork. S. 239.
W. W. O'Mahony. Die Frischhaltung von Milch. S. 33.
R. Plank. Moderne Schnellgefrierverfahren. S. 94.
J. W. Sale. Kaltlagerung von verpackten Früchten. S. 160.
Schnellgefrieren frischer Früchte. S. 237.
Schnellgefrieren von Fleisch. S. 13.
Schnellgefriermaschine mit direkter Verdampfung. S. 200.
R. D. Touton. Wärme und Kälte in einer modernen Zigarrenfabrik. S. 13.
D. K. Warner. Kühlung mit gefrorener Sole. S. 231.
Zarotschenzeff. Schnellverfahren zum Kühlen und Gefrieren von Fisch und Fleisch in zerstäubter Sole. S. 239.

Wärmeschutz

I. S. Cammerer. Die Messung des Wärmeverlustes von Isolierungen mit Blechmänteln. S. 221.
H. P. Hill. Ein neues Isolierungssystem. S. 71.
Wärmeeinstrahlung in isolierte Schiffskühlräume. S. 55.

Verschiedenes

P. Buttenberg. Beurteilung von Speiseeis und deren Halbfabrikaten. S. 13.
L. Deval und E. Kohn-Abrest. Mikrobiologische u. biochemische Prüfung und physico-chemische Studie des Ei »Safca«. S. 161.
A. Fischer. Reinigungsverfahren für Sole. S. 239.
P. Garwey. Das Fischereigewerbe und die Fischversorgung in Rußland. S. 222.
J. Petroff. Die Gründung eines Kälteinstitutes für wissenschaftliche Forschung in der U.d.S.S.R. S. 222.
Reifen der Bananen. S. 161.
Schweißen vermindert die Reparaturkosten an Kompressoren. S. 161.

b) Bücherberichte

Achema-Jahrbuch 1928/30. S. 97.
Ala Zeitungskatalog 1930. S. 15.
Allgemeiner Führer der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Düsseldorf. S. 57.
J. Barker. Wastage in imported fruit; its nature, extent and prevention. S. 187.
A. L. Bernoulli. Physikalisch-Chemisches Praktikum. S. 56.
Boeck. Deutsche technisch-wissenschaftliche Forschungsstätten. S. 56.
Deutscher Hotelführer 1930. S. 121.
M. Dolch. Betriebskunde für Chemiker. S. 97.
K. Drews. Kältetechnik. S. 186.
Esser und Krischer. Die Berechnung der Anheizung und Auskühlung ebener und zylindrischer Wände. S. 72.
Food Investigation.
Report 34. The Leakage of Heat into Ships' Insulated Holds. S. 34.
Report 35. Heat Insulators. S. 34.
Report 36. Post Mortem Changes Animal Tissues. The Conditioning or Ripening of Beef. S. 34, 95.
Report 37. The Handling and Storage of White Fish at Sea. S. 34.
A. E. Glennie. Index to the Literature of Food Investigation. I, Nr. 2. S. 138.
A. E. Glennie. Index of the Literature of Food Investigation. II, Nr. 1. S. 203.
Hermann u. Burbach. Strömungswiderstand und Wärmeübergang in Rohren. S. 72, 215.
Jahresbericht des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit. S. 187.
Koeltechniek. S. 121.
M. Laschin. Der flüssige Sauerstoff, seine Aufbewahrung, sein Transport, seine Erzeugung. S. 33.
A. Lumley, J. J. Piqué, G. A. Reay. The Handling and Storage of White Fish at Sea. S. 15.
Maandblad vor Koeltechniek. S. 72.
R. Michel. Gastechnische Rechentafel. S. 34.
Neue Kataloge. S. 203.
W. Pohlmann. Taschenbuch für Kältetechniker. S. 139.
E. Praetorius. Wärmewirtschaft im Kesselhaus. S. 57.

624.503
ZE
v.37



Raisch und Schropp. Die thermoelektrische Temperatur- und Wärmeflußmessung. S. 72.
Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen. S. 34.
Regenhardts Geschäftskalender für den Weltverkehr. S. 15.
Reichsadreßbuch für die gesamte Kälte-Industrie. S. 14.
A. Schack. Der industrielle Wärmeübergang. S. 138.
W. Schlienz. Die Kühlfisch-Aktiengesellschaft, Wesermünde. S. 121.
F. Schmidt. Zustandsgrößen des Sauerstoffs bei tiefen Temperaturen. S. 239.
W. Schüle. Technische Thermodynamik. S. 186.
R. Stetefeld. Die Temperaturreglung bei Kältemaschinen und Kühlanlagen. S. 162.
R. Stetefeld. Deutsche Kältetechnik im Haus. S. 223.
Wärmetechnisches Meßwesen auf Schiffen. S. 240.
J. Wenzel. Unfall- und Gesundheitsgefahren der Kältemaschinen. S. 240.
M. T. Zarotschenzeff. Between two Oceans. S. 162.
Zwei Jahre Bauforschung. S. 96.

## III. Wirtschaftliche Nachrichten

Ausschreibung für Kühlanlagen für Geschäftsräume. S. 15.
Berliner Eispreise. S. 74.
Forschungsheim für Wärmeschutz. S. 139.
Französischer Markt für Kühlmaschinen. S. 224.
Geschäftsberichte:
Gesellschaft für Linde's Eismaschinen. S. 97.
Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen. S. 73.
Kühlhaus Zentrum, Hamburg. S. 74.
Kühltransit-Aktiengesellschaft, Hamburg und Leipzig. S. 162.
Norddeutsche Eiswerke, Berlin. S. 74.
Tiefbau- und Kälte-Industrie, Nordhausen. S. 162.
Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke A.-G. S. 74.
Stickstoff-Produktion in Niederschlesien. S. 15.

## IV. Kleine Mitteilungen

Chlormethyl in Nahrungsmitteln nicht giftig. S. 223.
Fachnormenausschuß für Gasflaschen S. 187.
Fest der Technik. S. 204.
Fischdampfer Volkswohl. S. 15.
Gefrierfleischprozeß gegen das Reich. S. 203, 224.
Gefrorener Orangensaft. S. 240.
Gefrorener Weintraubensaft. S. 240.
Kohlensäure-Eis. S. 57.
Korkplatten. S. 241.
Leipziger Messe. S. 34.
Normung in der Wärme- und Kälteschutztechnik. S 223.
Physikalisch-Technische Reichsanstalt. S. 224.
Preisausschreiben. S. 223.
Trockeneis. S. 240.
Trockeneis aus den Tropen. S. 241.
Weltkraftkonferenz. S. 72.

## V. Persönliches

Wilhelm Klint †. S. 15.
Thomas Shipley †. S. 75.
Dr.-Ing. F. Neuhaus. S. 139.
Prof. Rjasanzeff, Prof. Karatygin, Ingenieur Estrin †. S. 204.

## VI. Berichtigung

Kühlung und Entfeuchtung von Raumluft. S. 163.

## VII. Patentberichte

a) Patente (Anmeldungen, Erteilungen, Löschungen), Gebrauchsmuster (Eintragungen, Verlängerung der Schutzfrist) S. 16, 34, 57, 75, 97, 121, 139, 163, 187, 204, 225, 241.

b) Auszüge aus den Patentschriften

17a. 433205. Einrichtung zur selbsttätigen Ausschaltung von Absorptionskältemaschinen. S. 165.
17a. 443024. Kältemaschine. S. 19.
17b. 450446. Reihenweise in Rahmen einschiebbare Eiszellen. S. 165.
17a. 471028. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskältemaschinen. S. 164.
17a. 471456. Kompressionskältemaschine. S. 164.
17a. 475055. Einrichtung zur Beeinflussung d. Flüssigkeitsumlaufes zwischen Kocher und Absorber bei kontinuierlich wirkenden Absorptionsapparaten. S. 165.
17a. 475326. Verfahren zur Herstellung von vollkommen geschlossenen Gefäßen mit innerem Ueberdruck, insbesondere für Kältemaschinen. S. 165.
17a. 478339. Absorptionskältemaschine mit Kocherabsorber. S. 18.
17a. 478642. Absorptions-Kälteerzeuger mit abwechselnder Heiz- und Kühlperiode. S. 18.
17a. 478657. Kontinuierlich wirkende Absorptionsmaschine. S. 18.
17a. 478658. Verfahren zur Kälteerzeugung. S. 19.
17a. 479670. Absorptionskühlapparat. S. 19.
17a. 479850. Einrichtung zur Verhütung von Lufteintritt durch die Flanschen von unter Unterdruck stehenden Teilen. S. 19.
17g. 479984. Verfahren zur Beseitigung von Bestandteilen aus Gasgemischen, die beim Abkühlen derselben fest werden. S. 19.
17g. 479985. Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase. S. 19.
17a. 480036. Absorptionskältemaschine. S. 19.
17c. 480037. Kältespeicher. S. 20.
17a. 480604. Verfahren zur Entwässerung des Verdampfers bei periodisch arbeitenden Absorptionskältemaschinen. S. 35.
17b. 480766. Vorrichtung zum Einblasen von Luft in Gefrierzellen. S. 36.
17a. 480867. Verfahren zur Kälteerzeugung nach dem Kompressionsprinzip. S. 36.
17a. 480868. Stopfbüchsenpackung für Kältemaschinen. S. 36.
17a. 480869. Vorrichtung für Kältemaschinen zum Ansammeln des Oeles aus dem Verdampfer. S. 36.
17g. 481138. Verfahren zum Verflüssigen und Trennen von Gasgemischen. S. 37.
17f. 481323. Rieselkühler zum Tiefkühlen von Milch. S. 78.
17a. 481358. Verfahren zum Betrieb einer Absorptionsmaschine. S. 37.
17a. 481359. Ausschließlich durch Wärme betriebene, kontinuierlich wirkende Absorptionskältemaschine. S. 38.
17a. 481438. Von einem Elektromotor angetriebener Verdichter

762036

mit radial arbeitendem Kolben. S. 38.
17a. 481439. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. S. 38.
17a. 481440. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. S. 38.
17a. 481441. Betriebsverfahren für Gasverdichtungs-, insbesondere Kälteanlagen. S. 39.
17a. 481550. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden, um eine unterhalb ihres Schwerpunktes liegende Achse schwingbaren Absorptionskältemaschine. S. 39.
17a. 481607. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskältemaschinen für Dauerbetrieb mit druckausgleichendem Hilfsgas. S. 77.
17a. 481665. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. S. 77.
17a. 481666. Verdampfer für Kältemaschinen. S. 78.
17a. 481667. Kondensator für Kältemaschinen. S. 58.
17a. 482054. Kälteanlagen. S. 206.
17a. 482055. Verfahren und Vorrichtung zum Betriebe sich selbst steuernder, intermittierend wirkender Absorptionskühlanlagen. S. 58.
17a. 482056. Kühlapparat nach dem Absorptionsverfahren. S. 78.
17g. 482057. Vorrichtung zur Reinigung des in der Blase einer Rektifikationssäule sich ansammelnden schwersiedenden Endproduktes. S. 78.
17a. 482129. Rieselverflüssiger für Kältemaschinen. S. 79.
17a. 482503. Verfahren zur Regelung der Kompressionstemperatur bei Kältemaschinen. S. 79.
17a. 482504. Nach dem Absorptionsverfahren arbeitende Kältemaschine. S. 79.
17a. 482785. Absorptionskältemaschine. S. 99.
17a. 483084. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. S. 99.
17a. 483136. Flüssigkeitsverschluß zwischen zwei Räumen verschiedenen Druckes. S. 99.
17g. 483334. Verfahren zum Transport und zur Aufbewahrung flüssiger Gase. S. 100.
17a. 483585. Kältespeicher für periodisch arbeitende Absorptionskältemaschinen. S. 100.
53c. 484804. Verfahren zur Kühlung und Kühlhaltung von Fischen. S. 59.
17a. 485656. Verfahren zur Kälteerzeugung durch Kompression und Absorption. S. 142.
17a. 485761. Regel- und Kontrolleinrichtung für den Kreislauf des Kältemittels bei Kältemaschinen. S. 142.
17a. 485762. Schlangenverdampfer für Kältemaschinen. S. 122.
17a. 485775. Ventillose, periodisch wirkende Absorptionsmaschine. S. 122.
17f. 485776. Durch das Innenrohr und einen besonderen Stulp gebildete Dichtungsnut bei Doppelrohrwärmeaustauschern, deren Mantelrohr mit dem Innenrohr verschweißt ist. S. 123.
17a. 486284. Verfahren zur Ueberwachung der Leistung von Kältemaschinen. S. 123.
17a. 486295. Flüssigkeitskühler mit Kompressionskältemaschine und Flüssigkeitsvorratsbehälter. S. 123
17a. 486296. Kolbenkompressor. S. 123.
17a. 486297. Intermittierend wirkende Absorptionskühlanlage. S. 123.
17a. 486298. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine mit trockenem Absorptionsstoff. S. 124
17b. 486774. Vorrichtung zur Verbindung des Hauptluftzuführungsrohres mit den Zuleitungsrohren zu den einzelnen Zellenwagen. S. 165.
17a. 487179. Absorptionskältemaschine. S. 166.
17b. 487320. Einrichtung zum Weiterblasen der Luft in den Eiszellen während des Verschiebens der Eiszellenrahmen. S. 166.
17a. 487536. Stopfbüchse für Kreiselverdichter von Kühlanlagen. S. 167.
17a. 488987. Absorptionskältemaschine. S. 167.
17a. 489191. Luftgekühlte Kompressions - Klein - Kältemaschine. S. 207.
17a. 489192. Kühlwassersteuerung für Kältemaschine mit rotierendem Kondensator. S. 167.
17a. 489193. Thermostatvorrichtung für Kühlschränke. S. 168.
17a. 489653. Selbsttätige Schaltvorrichtung für bedienungslos arbeitende Kälteerzeugungsanlagen. S. 207.
17a. 489729. Kältemaschine mit einer Lösung von Kältemittel und Schmiermittel als Arbeitsflüssigkeit. (Als Patentnummer ist fälschlich 489994 angegeben.) S. 207.
17a. 489994. Einrichtung zur Erzeugung von Kälte durch Ausnutzung des Peltiereffektes. S. 207.
17a. 490279. Gasdicht geschlossene umlaufende Kältemaschine. S. 208.
17a. 490280. Verfahren und Einrichtung zur Erzielung einer kontinuierlichen Kühlwirkung. S. 225.
17b. 490568. Tiefkühlung der Einblaseluft zur Klareisbereitung. S. 226.
17g. 490878. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen, insbesondere Luft. S. 226.
17g. 490900. Verfahren zum Verflüssigen und Trennen von Gasgemischen. S. 226.
17c. 490998. Kühlkammer, die durch Umwälzen der Luft vermittels eines Ventilators betrieben wird. S. 226.
17a. 491065. Kälteerzeugungsmaschine nach dem Absorptionsprinzip. S. 243.
17a. 491093. Verfahren zur Kondensierung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren. S. 243.
17a. 491094. Verfahren zur kontinuierlichen Kälteerzeugung. S. 243.
17a. 491095. Absorptionskälteapparat, bei dem ein druckausgleichendes Hilfsmittel verwendet wird. S. 243.
17a. 491096. Kontinuierlich arbeitender Absorptions-Gefrierapparat. S. 227.
17a. 494810. Intermittierend wirkende Kältemaschine mit getrenntem Kocher und Absorber. S. 244.
17a. 496883. Abdichtung für die Antriebswelle von Kompressoren, insbesondere für Kältemaschinen. S. 244.
17a. 497332. Absorptionsmaschine. S. 244.
17a. 499984. Abdichtung für rotierende Antriebswellen an Kälteverdichtern. S. 245.
17a. 500275. Verfahren zur Kühlung luftgekühlter Absorptionskälteapparate. S. 245.
17a. 500818. Absorptionskälteapparat. S. 245.
17a. 501093. Verfahren zur Erhöhung des Flüssigkeitsumlaufs in Verdampfern von Kältemaschinen. S. 245.

## Deutscher Kälteverein

Mitteilungen des Hauptvereins. S. 39, 59, 61, 79, 100, 143, 168, 188, 208, 227.
Berliner Kälteverein. S. 20, 40, 59, 80, 124, 148, 208, 227, 245.
Kältetechnische Gesellschaft Hamburg. S. 40.
Rheinischer Kälteverein. S. 80.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**1. Heft** **Berlin SW. 9, im Januar 1930** **37. Jahrgang**

Inhalt:

**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Erweiterung der Dampftabellen und Diagramme für Ammoniak bis —76° C. Von Dipl.-Ing. Iwan Kuprianoff. S. 1. — Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung. Von M. Rabes, Mannheim. S. 7. —

**Bücherbericht.** S. 12. — **Bücherbericht.** S. 14. — **Kleine Mitteilungen.** S. 15. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 15. — **Persönliches.** S. 15. — **Patentberichte.** S. 16. — **Deutscher Kälte-Verein.** Berliner Kälte-Verein. S. 20.

# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Erweiterung der Dampftabellen und Diagramme für Ammoniak bis —76° C.

Von Dipl.-Ing. Iwan Kuprianoff.

(Mitteilung aus dem Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe).

### 1. Einleitung.

Während sich die Kältetechnik in den ersten Jahrzehnten ihres Bestehens fast ausschließlich mit der Erzeugung von Temperaturen von —10 bis —20° C begnügte, zeigte sich später eine deutliche Entwicklung in der Richtung tieferer Temperaturen. Selbst für die Konservierung von Lebensmitteln verwendet man (besonders in Amerika) oft Verdampfungstemperaturen von —30 bis —40° C. Ganz besonders werden aber in der chemischen Großindustrie bedeutende kalorische Leistungen bei tiefen Temperaturen gefordert. So verwendet man bei der Luftverflüssigung und der anschließenden Trennung der Luft in ihre Bestandteile große Kühlanlagen für die Vorkühlung der Luft; dabei bedient man sich oft dreistufiger Ammoniakmaschinen mit Verdampfungstemperaturen von —50°. Neuerdings müssen noch tiefere Verdampfungstemperaturen industriell hergestellt werden, wobei man auch von anderen Kältemitteln als Ammoniak, z. B. von Aethylen ($C_2H_4$) Gebrauch macht oder Mehrstoff-Kältemaschinen in Kaskadenschaltung verwendet.

Indessen sind auch schon reine Ammoniak-Kompressionsmaschinen bis zu wesentlich tieferen Temperaturen als —50° gebaut worden; die Schwierigkeiten der Erzeugung und Aufrechterhaltung starker Unterdrücke lassen sich jedenfalls überwinden. Eine natürliche Grenze für die Verwendung von Ammoniak ist durch die Lage des Tripelpunktes gegeben, der bei $t_{tr} = -77{,}9°$ C und $p_{tr} = 0{,}0619$ at abs. liegt. Praktisch wird man natürlich einen gewissen Abstand vom Tripelpunkt einhalten, doch sind Ammoniakanlagen mit Verdampfungstemperaturen von —70° noch gut denkbar.

Die Berechnung solcher Tiefkühlanlagen mit Ammoniak als Kälteträger war jedoch bisher ziemlich unsicher, weil die Dampftabellen und Diagramme nur bis —50° ausreichten. In neuerer Zeit sind nun die thermischen Eigenschaften des Ammoniaks auch bei tieferen Temperaturen experimentell erforscht, so daß es möglich und angebracht scheint, die für die Berechnung von Tiefkühlanlagen erforderlichen Unterlagen bis in die Nähe des Tripelpunktes auszudehnen.

Die zur Zeit benutzten Dampftabellen für Ammoniak fußen im wesentlichen auf den Messungen und Berechnungen des Bureau of Standards in Washington. Die erste Veröffentlichung aus dieser Forschungsstelle erfolgte 1920 durch Stratton und Dickinson [17][1]), wobei die Tabellen bis —40° C reichten. E. Altenkirch [1] hat diese Tabellen 1921 in metrische Einheiten umgerechnet und bis —50° C extrapoliert. Das Bureau of Standards hat dann im Laufe der Jahre die genauen Ergebnisse der Messungen einzelner thermischer Größen bekannt gegeben [4, 5, 6, 12, 13, 14, 3] und im Jahre 1913 die endgültigen Dampftabellen und ein großes i/logp-Diagramm zuerst in englischen Einheiten und einige Jahre später auch in metrischen Einheiten herausgebracht. Dieses Original-Diagramm ist der neuen Auflage der deutschen »Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen« 1929 [16] beigegeben; es umfaßt den Temperaturbereich von 0,4 bis 20 at abs. Der Nullpunkt für die Entropie $s$ und die Enthalpie (Wärmeinhalt) $i$ liegt auf der Grenzkure der Flüssigkeit bei —40° C (= —40° F).

In der vorliegenden Untersuchung sollte das Extrapolationsgebiet Altenkirchs zwischen —40 und —50° überprüft und eine Erweiterung bis —76°, entsprechend einem Sättigungsdruck von 0,07 at abs. vorgenommen werden. Bis —40° wurden die Zahlenwerte von Altenkirch, die sich auf die direkten Messungen des Bureau of Standards stützen, unverändert beibehalten. Es wurden nur einige Dezimalstellen gestrichen, wenn diese die Versuchsgenauigkeit überstiegen (z. B. bei der Verdampfungswärme und den Enthalpien). Im Gebiet von —40 bis —76° wurden alle neueren Versuchsergebnisse herangezogen.

[1]) Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit

Engineering Library

Um negative Zahlen für die Entropie und die Enthalpie der Flüssigkeit zu vermeiden, setzen wir an der linken Grenzkurve bei $t = 0^0$ C

$$s_0' = 1{,}0000 \ \frac{\text{Clausius}}{\text{kg}} \text{ und } i_0' = 100{,}0 \ \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Die gleichen Bezugswerte wurden von uns vor kurzem auch bei der Neuberechnung der Tabellen für Kohlensäure [15] gewählt.

### 2. Die Dampfdruckkurve.

Die Messungen der Dampfdruckkurve des Ammoniaks, die im Bureau of Standards von C. S. Cragoe, C. H. Meyers und C. S. Taylor im Jahre 1920 durchgeführt wurden [4], umfassen das Gebiet von —78 bis $+70^0$ C. Die Ergebnisse ließen sich mit gleicher Genauigkeit durch die beiden folgenden Gleichungen darstellen:

$$\log p = a_1 - \frac{b_1}{T} - c_1 \log T + d_1 T + e_1 T^2 \quad (1)$$

und

$$\log p = a_2 - \frac{b_2}{T} - c_2 T + d_2 T^2 - e_2 T^3. \quad (2)$$

Die Dampfdruckkurve von Ammoniak wurde kurz danach im Jahre 1921 auch von Henning und Stock im Temperaturbereich von —33 bis $-70^0$ C untersucht [8], wobei sich die Werte durch die Nernst'sche Dampfdruckformel ausdrücken ließen ($p$ in m/m Q. S.)

$$\log p = -\frac{1393{,}60}{T} + 1{,}75 \log T - 0{,}0057034 T + 5{,}89654.$$

Die Werte von Henning und Stock stimmen mit denjenigen des Bureau of Standards besonders bei den höheren Temperaturen ausgezeichnet überein. So liegt z. B. der normale Siedepunkt

nach Henning und Stock bei $-33{,}36^0$

nach dem Bureau of Standards bei $-33{,}35^0$.

Bei den tiefsten Temperaturen ergeben sich kleine Abweichungen bis 3 v. T.

Im Bereiche tiefer Temperaturen liegen auch noch Dampfdruckmessungen von F. W. Bergstrom vor, die bereits 1918 durchgeführt, aber erst 1922 veröffentlicht wurden [2]. Sie umfassen das Gebiet von —30 bis $-85^0$ C. Der Tripelpunkt wurde bei $t = -77{,}9^0$ und $p = 45{,}5$ mm Quecksilbersäule gefunden. Die Dampfdruckwerte von Bergstrom liegen etwas über denjenigen des Bureau of Standards. Die Abweichungen betragen bis zu 0,75 v. H.

Unseren Berechnungen haben wir die Gleichung (1) zu Grunde gelegt, da uns die Werte des Bureau of Standards am sichersten erscheinen und wir auch einen glatten Anschluß an die Tabellenwerte von Altenkirch [1] und an das bereits erwähnte $i/\log p$-Diagramm angestrebt haben.

Wird $p$ in kg/cm² (at. abs.) ausgedrückt, so lautet die Dampfdruckformel

$$\log_{10} p = 27{,}39021 - \frac{1914{,}957}{T} - 8{,}45983 \log T + 2{,}3931 \cdot 10^{-3} T + 2{,}9552 \cdot 10^{-6} T^2 \quad (1a)$$

Nach dieser Formel sind die $p$-Werte in Zahlentafel 2 berechnet.

### 3. Die Verdampfungswärme.

Die Verdampfungswärme $r$ des Ammoniaks wurde im Jahre 1918 im Bureau of Standards von N. S. Osborne und M. S. van Dusen zwischen —42 und $+52^0$ C gemessen [13]. Die Ergebnisse ließen sich mit einer Genauigkeit von 1 v. T. durch die Formel

$$r = 137{,}91 \sqrt{133 - t} - 2{,}466 \ (133 - t)$$

in welcher $t_k = 133^0$ die kritische Temperatur bedeutet und $r$ in Joule/g erhalten wird. Für die Umrechnung in $15^0$-Calorien dient die Beziehung 1 cal = 4,187 Joule. Man erhält dann

$$r = 32{,}938 \sqrt{133 - t} - 0{,}5890 \ (133 - t) \text{ in kcal/kg.} \quad (3)$$

Neuerdings haben Eucken und Donath die Verdampfungswärme in der Nähe des Tripelpunktes nach einer Präzisionsmethode bestimmt [7]. Sie fanden bei $t = -74{,}6^0$ den Wert $r = 352{,}3 \ \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$. Die Genauigkeit der Messung wird mit 1 v. T. angegeben. Mit diesem Wert kann die Extrapolationsfähigkeit der Gl. (3) geprüft werden. Für $t = -74{,}6^0$ erhält man nach Gl. (3) genau den von Eucken und Donath gemessenen Wert $r = 352{,}3$. Damit dürfte die Extrapolationsfähigkeit der Gl. (3) in dem ganzen uns interessierenden Gebiet nachgewiesen sein.

### 4. Das spezifische Volumen der Flüssigkeit.

Das spezifische Volumen $v'$ des flüssigen Ammoniaks beim Sättigungsdruck wurde im Jahre 1920 im Bureau of Standards von C. S. Cragoe und D. R. Harper im Temperaturbereich von $+100^0$ bis herunter zum Tripelpunkt gemessen [6]. Die Ergebnisse ließen sich mit einem mittleren Fehler von nur 0,1 v. T. (maximaler Fehler 0,4 v. T.) durch die Formel

$$v' = \frac{4{,}2830 + 0{,}813055 \sqrt{133 - t} - 0{,}0082861 \ (133 - t)}{1 + 0{,}424805 \sqrt{133 - t} + 0{,}015938 \ (133 - t)} \quad (4)$$

darstellen, wobei $v'$ in l/kg erhalten wird.

Von Gl. (4) hat auch bereits Altenkirch [1] Gebrauch gemacht. Sie ist auch unseren Tabellen bei den tiefsten Temperaturen zu Grunde gelegt worden.

Aus den $v'$-Werten wurden die spezifischen Gewichte $\gamma' = \frac{1}{v'}$ berechnet.

### 5. Das spezifische Volumen des Dampfes. Die Zustandsgleichung.

Das spezifische Volumen des überhitzten Ammoniakdampfes wurde im Jahre 1926 im Bureau of Standards von C. H. Meyers und R. S. Jessup im Gebiet von — 35 bis $+300^0$ C und für Volumenwerte von 85,5 bis 1300 l/kg gemessen [12]. Die Ergebnisse wurden durch eine Zustandsgleichung ausgedrückt, bei deren Aufstellung zugleich auf den Verlauf der spezifischen Wärme $c_p$ Rücksicht genommen wurde, und welche die Versuchswerte mit einer Genauigkeit von 1 v. T. wiedergibt. Diese Zustandsgleichung hat die Form

$$v = A\frac{T}{p} - \left(\frac{B}{T^3} + \frac{C + Dp}{T^{11}} + \frac{Ep^5}{T^{19}}\right) - F + T \ (G - Hp + Jp^2 - Kp^3). \quad (5)$$

Die Gleichung ist ziemlich verwickelt und enthält eine große Zahl empirischer Konstanten. Der erste Term auf der rechten Seite entspricht dem Gasgesetz, der zweite Klammerausdruck ist aus der $c_p$-Gleichung abgeleitet und der letzte Klammerausdruck entspricht

einer empirischen Druckfunktion, die beim Uebergang vom $c_p$-System zum $v$-System bei der Integration der partiellen Differentialgleichung eingeführt werden muß. Das Bureau of Standards machte von dieser Gleichung bei der Aufstellung seiner Ammoniaktabellen und des *i/logp*-Diagramms bis zu einer Sättigungstemperatur von $-60^0$ F $= -51^0$ C Gebrauch und berechnete daraus auf thermodynamischem Wege die *i*- und *s*-Werte.

Unsere Aufgabe besteht in der Erweiterung der Dampftabellen und des Diagramms von $-50^0$ bis zum Tripelpunkt. In diesem Bereich niedriger Drücke schien es erwünscht und möglich, eine viel einfachere Zustandsgleichung aufzustellen als Gl. (5). Diese soll aber in das bekannte Gebiet höherer Drücke stetig überleiten und muß daher das Volumen auch bei höheren Drücken richtig angeben. Die Abweichungen vom Gasgesetz ließen sich durch eine reine Temperaturfunktion darstellen, doch war es nicht möglich, mit nur einem Glied auszukommen. Unsere Zustandsgleichung lautet:

$$v = \frac{RT}{P} - 0{,}003 - \frac{0{,}34}{(T/100)^3} - \frac{60}{(T/100)^{11}}, \qquad (6)$$

wobei $P$ in kg/m$^2$, $v$ in m$^3$/kg und $R = \frac{848}{\mu} = 49{,}789$ einzusetzen ist.

Die nach Gl. (6) berechneten Sättigungswerte $v''$ stimmen mit denen von Altenkirch [1] zwischen $t = 0$ und $t = -40^0$ C ausgezeichnet überein. Bei $t = 0^0$ und $p = 4{,}379$ kg/cm$^2$ beträgt die Abweichung knapp 0,7 v. T. Im Extrapolationsgebiet Altenkirchs, zwischen $-40$ und $-50^0$ C werden die Abweichungen allerdings größer. So erhalten wir aus Gleichung (6) bei $t = -50^0$ C $v'' = 2{,}623$ m$^3$/kg gegenüber einem Wert Altenkirchs von $v'' = 2{,}617$. Nach der genaueren Gleichung (5) erhält man $v'' = 2{,}625$.

Zur weiteren Kontrolle der $v''$-Werte wurde noch eine empirische Gleichung herangezogen, die F. G. Keyes in die »International Critical Tables« aufgenommen hat [9]. Die Gleichung lautet:

$$\log_{10} v'' = \frac{1939{,}032}{T} - 32{,}0661 + 10{,}70409 \log_{10} T + \\ + 8{,}62366 \cdot 10^{-2} \sqrt{406{,}1 - T} + 2{,}667 \cdot 10^{-3} (406{,}1 - T), \qquad (7)$$

wobei $v''$ in cm$^3$/g oder l/kg erhalten wird. Der Giltigkeitsbereich der Gl. (7) wird von $-70^0$ bis $+50^0$ C angegeben. Bei t $= -50^0$ liefert sie $v'' = 2{,}621$. Danach erscheint der nach unserer Gl. (6) berechnete Wert sehr zuverlässig zu sein, während die von Altenkirch vorgenommene Extrapolation sicher etwas zu kleine Werte ergeben hat.

Die nach unserer Gl. (6) berechneten Werte von $v''$ liegen ebenso wie diejenigen nach der Gl. (5) des Bureau of Standards stets etwas höher als man sie nach Gl. (7) erhält. Bei $-70^0$ C beträgt der Unterschied rund 2,5 v. T.

Auch im überhitzten Gebiet besteht eine sehr gute Uebereinstimmung mit den Werten in den amerikanischen Tabellen, wovon man sich aus folgender Zusammenstellung überzeugen kann.

Die Gl. (6) haben wir bei der Erweiterung der Dampftabellen und des *i/logp*-Diagramms zu Grunde gelegt.

Aus den $v''$-Werten wurden als reziproke Werte die spezifischen Gewichte $\gamma''$ berechnet.

Zahlentafel 1.

| $P$ kg/m$^2$ | $T$ | $t$ | $v$ m$^3$/kg nach Gl. (6) | $v$ m$^3$/kg nach amer. Tab. |
|---|---|---|---|---|
| 3515,4 | 272$^0$ | $-$ 1,1$^0$ | 3,832 | 3,833 |
| | 322 | + 48,9 | 4,547 | 4,548 |
| 9843,2 | 272 | $-$ 1,1 | 1,355 | 1,356 |
| | 322 | + 48,9 | 1,615 | 1,617 |
| | 366,4 | + 93,4 | 1,843 | 1,845 |
| 19686,4 | 272 | $-$ 1,1 | 0,6672 | 0,6679 |
| | 322 | + 48,9 | 0,8010 | 0,8027 |
| | 377,5 | +103,2 | 0,9454 | 0,9475 |
| 39372,8 | 272 | $-$ 1,1 | 0,3233 | 0,3228 |
| | 322 | + 48,9 | 0,3938 | 0,3953 |
| | 377,5 | +103,2 | 0,4681 | 0,4700 |

## 6. Die Enthalpie des Dampfes und der Flüssigkeit.

Aus unserer Zustandsgleichung (6) läßt sich die Enthalpie des Dampfes mit Hilfe der thermodynamischen Beziehung

$$\left(\frac{\partial i}{\partial P}\right)_T = -A\left[T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P - v\right]$$

berechnen. Wir finden

$$\left(\frac{\partial i}{\partial P}\right)_T = -A\left[0{,}003 + \frac{1{,}36}{(T/100)^3} + \frac{720}{(T/100)^{11}}\right]$$

Die Integration ergibt

$$i = f(T) - \left[0{,}07 + \frac{31{,}8}{(T/100)^3} + \frac{16850}{(T/100)^{11}}\right] p, \qquad (8)$$

wobei $p$ (in kg/cm$^2$) $= 10^{-4} P$ (in kg/m$^2$).

Die willkürliche Temperaturfunktion $f(T)$ erhält man in bekannter Weise aus der Randbedingung des idealen Gaszustands beim Druck $p = 0$ mit der spezifischen Wärme $c^0_p$.

$$f(T) = \int c^0_p \, dT + \text{Konst.} \qquad (9)$$

Die spezifische Wärme des Dampfes $c_p$ wurde im Bureau of Standards durch N. S. Osborne, H. F. Stimson, T. S. Sligh jr. und C. S. Cragoe [14] für Temperaturen von $-15^0$ bis $+150^0$ C und für Drücke von 0,5 bis 20 at. abs. ermittelt und durch eine empirische Formel dargestellt, die später zur Aufstellung der Zustandsgleichung (5) diente. Extrapoliert man diese Formel auf den Druck $p = 0$ und rechnet die Werte auf die 15$^0$-Calorie um, so erhält man

$$c^0_p = 0{,}2688 + 0{,}0\,005\,685 \cdot T + \frac{18{,}343}{T}, \qquad (10)$$

was einen nahezu linearen Verlauf von $c^0_p$ ergibt.

Die noch unbekannte Integrationskonstante in Gl. (9) hängt nur von der Wahl des Bezugspunktes der Enthalpie ab. Wie bereits hervorgehoben, setzen wir $i' = 100{,}0$ kcal/kg für $t = 0$ an der linken Grenzkurve. Damit erhalten wir nach Altenkirch [1] für trocken gesättigten Dampf von $-40^0$ $i'' = 388{,}1$. Aus den Gl. (8), (9) und (10) folgt dann Konst. $= 113{,}1$.

Der vollständige Ausdruck für die Enthalpie des Dampfes wird dann

$$i = 113{,}1 + (0{,}2688 + 0{,}0002843 \cdot T)\,T + \\ + 42{,}23\ log_{10} T - \left[0{,}07 + \frac{31{,}8}{(T/_{100})^3} + \frac{16850}{(T/_{100})^{11}}\right] p \quad (11)$$

Die nach Gl. (11) berechneten $i$-Werte stimmen sowohl im Sättigungsgebiet zwischen $0^0$ und $-50^0$ C, wie auch im Ueberhitzungsgebiet des zugehörigen Druckbereichs mit den Werten des Bureau of Standards und von Altenkirch vorzüglich überein. Bei $0^0$ beträgt die Abweichung an der Sättigungsgrenze erst 1,5 v. T. Es ist daher mit Sicherheit anzunehmen, daß Gl. (11) auch unterhalb $-50^0$ richtige Werte liefern wird.

Die Enthalpie $i'$ des flüssigen Ammoniaks an der linken Grenzkurve kann nun einfach aus der Beziehung

$$i' = i'' - r \quad (12)$$

berechnet werden. Eine Kontrolle für die Richtigkeit der so gefundenen $i'$-Werte erhält man dadurch, daß man diese Werte auch noch aus der Gleichung

$$i' = \int c'dt + A \cdot P \cdot v' + \text{Konst.} \quad (13)$$

berechnet, wobei $c'$ die spezifische Wärme des flüssigen Ammoniaks im Siedezustand bedeutet. Diese wurde im Bureau of Standards von N. S. Osborne und M. S. van Dusen im Temperaturbereich von $-45^0$ bis $+45^0$ C gemessen [13] und durch folgende Formel ausgedrückt, welche die Versuchswerte mit einer Genauigkeit von 1 v. T. wiedergibt:

$$c' = 0{,}7491 - 0{,}000136\ t + \frac{4{,}0225}{\sqrt{133 - t}}. \quad (14)$$

Diese Formel haben wir bis $-70^0$ extrapoliert. Die nach den Gl. (13) und (14) für $-60^0$ und $-70^0$ berechneten $i'$-Werte stimmen mit den aus Gl. (12) erhaltenen Werten recht gut überein.

### 7. Die Entropie des Dampfes und der Flüssigkeit.

Für die Berechnung der Entropie des Dampfes machen wir von der thermodynamischen Beziehung Gebrauch

$$\left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T = -A\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$$

und erhalten

$$s = \int c^0_p \frac{dT}{T} - A\int\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P dP + \text{Konst.} \quad (15)$$

Die Integrationskonstante hängt nur von der Wahl des Bezugspunktes für die Entropie ab. Wie bereits erwähnt, setzen wir $s' = 1{,}0000$ Clausius/kg für $t = 0$ an der linken Grenzkurve. Damit erhalten wir nach Altenkirch [1] für trocken gesättigten Dampf von $-40^0$ $s'' = 2{,}2510$.

Aus Gl. (15) mit (6) und (10) wird dann

$$s = -0{,}3943 + 0{,}61894\ log_{10} T + 0{,}0005685 \cdot T \\ - \frac{18{,}343}{T} - 0{,}26849\ log_{10} p - \frac{1}{T}\left[\frac{23{,}888}{(T/_{100})^3} + \right. \\ \left. + \frac{15456{,}7}{(T/_{100})^{11}}\right] \cdot p \quad (16)$$

Die nach Gl. (16) berechneten $s''$-Werte stimmen mit denen von Altenkirch [1] bis $t = 0^0$ sehr gut überein.

Die Entropie des flüssigen Ammoniaks berechnet sich schließlich aus der Beziehung

$$s' = s'' - \frac{r}{T}$$

### 8. Die Dampftabelle und das i/logp-Diagramm.

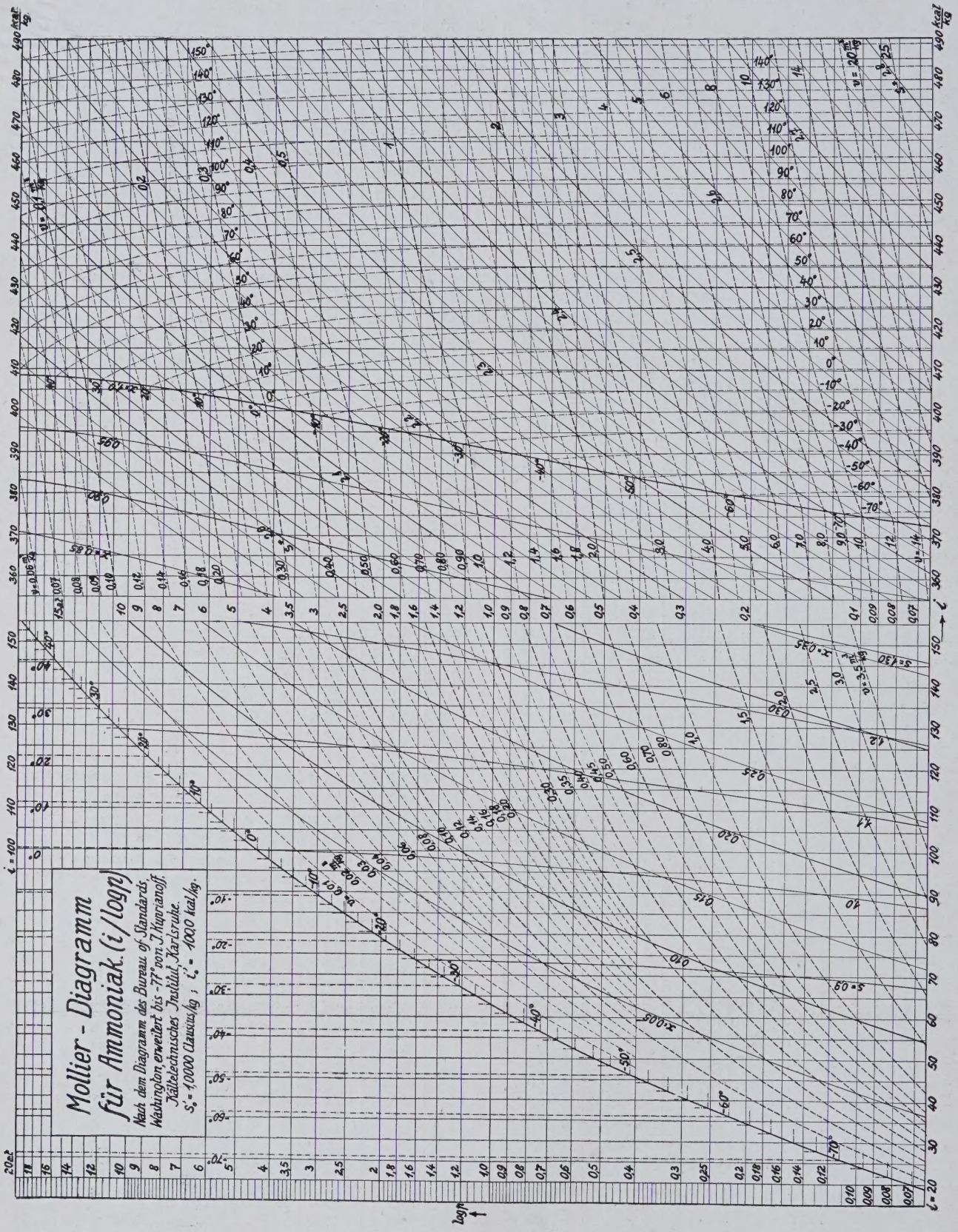
In der beiliegenden Dampftabelle 2 haben wir uns zwischen $+50^0$ und $-40^0$ C an die von Altenkirch aus den Messungen des Bureau of Standards berechneten Werte eng angeschlossen. Die Werte zwischen $-40^0$ und $-76^0$ sind nach den in den vorangehenden Abschnitten entwickelten Gleichungen berechnet. Das beigefügte *i/logp*-Diagramm entspricht zwischen 0,4 und 20 at. abs. genau demjenigen des Bureau of Standards. Der untere Teil von 0,4 bis 0,065 at. abs. schließt sich dem oberen vollkommen stetig an. Das neue Diagramm dürfte für alle in der Kältetechnik praktisch vorkommenden Fälle ausreichen.

## Literatur.


1. Altenkirch, E. »Z. f. d. ges. K. I.«, 1921, Heft 12, S. 173.
2. Bergstrom, F. W. »Journal of Physical Chemistry« 1922. 26. S. 358.
3. Bureau of Standards, Circular Nr. 142, Washington, 1923.
4. Cragoe, C. S., Meyers, C. H. and Taylor, C. S. Journal of Am. Chem. Society, 1920, Vol. 42, S. 206, auch Scientific Papers of the Bureau of Standards, 1920, Bulletin Nr. 369.
5. Cragoe, C. S., Mc. Kelvy, E. C. and O'Connor, C. F. Refrigerating Engineering 1923, Vol. 9, S. 239.
6. Cragoe, C. S. and Harper, D. R., Amer. Soc. of Refr. Eng. Journal 1920, Vol. 7, S. 113.
7. Eucken, A. und Donath, E., Zeitschr. für phys. Chemie, 1926, 124, S. 194.
8. Henning, F. und Stock, A., Zeitschrift für Physik, 1921.
9. Keyes, F. G., »International Critical Tables«, 1928, Vol. 3, S. 233 bis 236.
10. Landolt-Börnstein, »Physikalisch Chemischen Tabellen«, 1923, Bd. II., S. 1476, Tafel 315.
11. Landolt-Börnstein, »Physikalisch Chemischen Tabellen«, 1927, I Ergänzungsband, S. 804, Tafel 315.
12. Meyers, C. H. and Jessup, R. S., Refr. Eng. 1925, Vol. 11, S. 345.
13. Osborne, N. S. and Van Dusen, M. S., Am. Soc. of Refr. Eng. Journal 1917, Vol. 4, S. 134.
14. Osborne, N. S., Stimson, H. F., Sligh jr., T. S. and Cragoe, C. S., Refr. Eng., 1923, Vol. 10, S. 145.
15. Plank, R. und Kuprianoff, J., Beihefte zur Zeitschrift für die ges. K. I., Reihe 1, Heft 1, 1929, Verl. der Ges. für Kältewesen, Berlin.
16. Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen. 2. Auflage. Herausgegeben vom Deutschen Kälte-Verein und vom V. D. I., Berlin 1929.
17. Stratton and Dickinson, Refrigerating World, Dez. 1920.

## Zahlentafel 2. Dampftabelle für Ammoniak.

| Temperatur | | Druck | Spez. Volumen | | Spez. Gewicht | | Enthalpie | | Verd.-Wärme | Entropie | | $\frac{r}{T}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $t$ °C | $T$ °K | $p$ kg/cm² | $v'$ l/kg | $v''$ m³/kg | $\gamma'$ kg/m³ | $\gamma''$ kg/m³ | $i'$ kcal/kg | $i''$ kcal/kg | $r$ kcal/kg | $s'$ kcal/kg °C | $s''$ kcal/kg °C | kcal/kg °C |
| + 50 | 323,1 | 20,727 | 1,7766 | 0,0635 | 562,9 | 15,756 | 157,4 | 408,7 | 251,3 | 1,1904 | 1,9681 | 0,7777 |
| + 48 | 321,1 | 19,673 | 1,7659 | 0,0670 | 566,3 | 14,936 | 155,0 | 408,7 | 253,7 | 1,1832 | 1,9731 | 0,7899 |
| + 46 | 319,1 | 18,658 | 1,7555 | 0,0707 | 569,6 | 14,153 | 152,6 | 408,6 | 256,0 | 1,1759 | 1,9781 | 0,8022 |
| + 44 | 317,1 | 17,682 | 1,7454 | 0,0746 | 572,9 | 13,404 | 150,3 | 408,6 | 258,3 | 1,1686 | 1,9832 | 0,8146 |
| + 42 | 315,1 | 16,747 | 1,7354 | 0,0788 | 576,2 | 12,689 | 147,9 | 408,5 | 260,6 | 1,1612 | 1,9882 | 0,8270 |
| + 40 | 313,1 | 15,850 | 1,7257 | 0,0833 | 579,5 | 12,005 | 145,5 | 408,4 | 262,9 | 1,1538 | 1,9933 | 0,8395 |
| + 38 | 311,1 | 14,990 | 1,7162 | 0,0881 | 582,7 | 11,353 | 143,1 | 408,2 | 265,1 | 1,1464 | 1,9984 | 0,8520 |
| + 36 | 309,1 | 14,165 | 1,7069 | 0,0932 | 585,9 | 10,731 | 140,8 | 408,0 | 267,2 | 1,1390 | 2,0035 | 0,8645 |
| + 34 | 307,1 | 13,374 | 1,6977 | 0,0986 | 589,0 | 10,138 | 138,5 | 407,9 | 269,4 | 1,1315 | 2,0087 | 0,8772 |
| + 32 | 305,1 | 12,617 | 1,6888 | 0,1045 | 592,1 | 9,573 | 136,2 | 407,7 | 271,5 | 1,1241 | 2,0139 | 0,8898 |
| + 30 | 303,1 | 11,895 | 1,6800 | 0,1107 | 595,2 | 9,034 | 133,8 | 407,4 | 273,6 | 1,1165 | 2,0191 | 0,9026 |
| + 28 | 301,1 | 11,204 | 1,6714 | 0,1174 | 598,3 | 8,521 | 131,5 | 407,2 | 275,7 | 1,1090 | 2,0243 | 0,9153 |
| + 26 | 299,1 | 10,544 | 1,6630 | 0,1245 | 601,3 | 8,031 | 129,2 | 406,9 | 277,7 | 1,1014 | 2,0297 | 0,9283 |
| + 24 | 297,1 | 9,915 | 1,6547 | 0,1322 | 604,3 | 7,564 | 126,9 | 406,6 | 279,7 | 1,0938 | 2,0351 | 0,9413 |
| + 22 | 295,1 | 9,314 | 1,6466 | 0,1405 | 607,3 | 7,119 | 124,7 | 406,3 | 281,6 | 1,0862 | 2,0405 | 0,9543 |
| + 20 | 293,1 | 8,741 | 1,6386 | 0,1494 | 610,3 | 6,694 | 122,4 | 405,9 | 283,5 | 1,0785 | 2,0459 | 0,9674 |
| + 18 | 291,1 | 8,196 | 1,6308 | 0,1591 | 613,2 | 6,289 | 120,1 | 405,6 | 285,5 | 1,0709 | 2,0514 | 0,9805 |
| + 16 | 289,1 | 7,677 | 1,6231 | 0,1694 | 616,1 | 5,904 | 117,9 | 405,2 | 287,3 | 1,0631 | 2,0570 | 0,9939 |
| + 14 | 287,1 | 7,183 | 1,6156 | 0,1806 | 619,0 | 5,537 | 115,6 | 404,8 | 289,2 | 1,0553 | 2,0626 | 1,0073 |
| + 12 | 285,1 | 6,715 | 1,6081 | 0,1927 | 621,8 | 5,189 | 113,4 | 404,4 | 291,0 | 1,0475 | 2,0683 | 1,0208 |
| + 10 | 283,1 | 6,271 | 1,6008 | 0,2058 | 624,7 | 4,859 | 111,1 | 403,9 | 292,8 | 1,0397 | 2,0741 | 1,0344 |
| + 8 | 281,1 | 5,849 | 1,5936 | 0,2200 | 627,5 | 4,546 | 108,9 | 403,5 | 294,6 | 1,0319 | 2,0799 | 1,0480 |
| + 6 | 279,1 | 5,450 | 1,5866 | 0,2353 | 630,3 | 4,250 | 106,6 | 403,0 | 296,4 | 1,0240 | 2,0859 | 1,0619 |
| + 4 | 277,1 | 5,073 | 1,5796 | 0,2520 | 633,1 | 3,969 | 104,4 | 402,5 | 298,1 | 1,0160 | 2,0919 | 1,0759 |
| + 2 | 275,1 | 4,716 | 1,5727 | 0,2700 | 635,8 | 3,703 | 102,2 | 402,0 | 299,8 | 1,0080 | 2,0979 | 1,0899 |
| 0 | 273,1 | 4,379 | 1,5660 | 0,2897 | 638,6 | 3,452 | 100,0 | 401,5 | 301,5 | 1,0000 | 2,1041 | 1,1041 |
| — 2 | 271,1 | 4,060 | 1,5594 | 0,3111 | 641,3 | 3,216 | 97,8 | 401,0 | 305,2 | 0,9920 | 2,1103 | 1,1183 |
| — 4 | 269,1 | 3,761 | 1,5528 | 0,3344 | 644,0 | 2,991 | 95,6 | 400,4 | 304,8 | 0,9839 | 2,1167 | 1,1328 |
| — 6 | 267,1 | 3,481 | 1,5464 | 0,3599 | 646,7 | 2,779 | 93,4 | 399,9 | 306,5 | 0,9757 | 2,1231 | 1,1474 |
| — 8 | 265,1 | 3,216 | 1,5400 | 0,3878 | 649,3 | 2,579 | 91,2 | 399,3 | 308,1 | 0,9675 | 2,1296 | 1,1621 |
| —10 | 263,1 | 2,966 | 1,5338 | 0,4185 | 652,0 | 2,390 | 89,0 | 398,7 | 309,7 | 0,9593 | 2,1362 | 1,1769 |
| —12 | 261,1 | 2,732 | 1,5276 | 0,4520 | 654,6 | 2,213 | 86,9 | 398,1 | 311,2 | 0,9511 | 2,1430 | 1,1919 |
| —14 | 259,1 | 2,514 | 1,5215 | 0,4889 | 657,2 | 2,046 | 84,7 | 397,4 | 312,7 | 0,9427 | 2,1498 | 1,2071 |
| —16 | 257,1 | 2,309 | 1,5155 | 0,5295 | 659,8 | 1,889 | 82,5 | 396,8 | 314,3 | 0,9343 | 2,1567 | 1,2224 |
| —18 | 255,1 | 2,117 | 1,5096 | 0,5742 | 662,4 | 1,742 | 80,3 | 396,1 | 315,8 | 0,9259 | 2,1638 | 1,2379 |
| —20 | 253,1 | 1,940 | 1,5037 | 0,6235 | 665,0 | 1,604 | 78,2 | 395,5 | 317,3 | 0,9174 | 2,1710 | 1,2536 |
| —22 | 251,1 | 1,774 | 1,4980 | 0,6782 | 667,6 | 1,474 | 76,0 | 394,8 | 318,8 | 0,9089 | 2,1784 | 1,2695 |
| —24 | 249,1 | 1,619 | 1,4923 | 0,7386 | 670,1 | 1,354 | 73,9 | 394,1 | 320,2 | 0,9003 | 2,1858 | 1,2855 |
| —26 | 247,1 | 1,475 | 1,4867 | 0,8056 | 672,6 | 1,242 | 71,7 | 393,4 | 321,7 | 0,8917 | 2,1934 | 1,3017 |
| —28 | 545,1 | 1,342 | 1,4811 | 0,8799 | 675,2 | 1,136 | 69,6 | 392,7 | 323,1 | 0,8830 | 2,2011 | 1,3181 |
| —30 | 243,1 | 1,2190 | 1,4757 | 0,9630 | 677,7 | 1,038 | 67,4 | 391,9 | 324,5 | 0,8742 | 2,2090 | 1,3348 |
| —32 | 241,1 | 1,1052 | 1,4703 | 1,055 | 680,1 | 0,948 | 65,3 | 391,2 | 325,9 | 0,8654 | 2,2170 | 1,3516 |
| —34 | 239,1 | 0,9999 | 1,4649 | 1,159 | 682,6 | 0,863 | 63,1 | 390,4 | 327,3 | 0,8565 | 2,2252 | 1,3687 |
| —36 | 237,1 | 0,9028 | 1,4597 | 1,274 | 685,1 | 0,785 | 61,0 | 389,6 | 328,6 | 0,8475 | 2,2336 | 1,3861 |
| —38 | 235,1 | 0,8137 | 1,4545 | 1,404 | 687,5 | 0,712 | 58,9 | 388,9 | 330,0 | 0,8385 | 2,2421 | 1,4036 |
| —40 | 233,1 | 0,7318 | 1,4493 | 1,550 | 690,0 | 0,645 | 56,8 | 388,1 | 331,3 | 0,8295 | 2,2510 | 1,4215 |
| —42 | 231,1 | 0,6568 | 1,4442 | 1,715 | 692,4 | 0,583 | 54,6 | 387,3 | 332,7 | 0,8203 | 2,2600 | 1,4397 |
| —44 | 229,1 | 0,5882 | 1,4392 | 1,901 | 694,8 | 0,526 | 52,5 | 386,5 | 334,0 | 0,8112 | 2,2692 | 1,4580 |
| —46 | 227,1 | 0,5256 | 1,4342 | 2,112 | 697,2 | 0,473 | 50,4 | 385,7 | 335,3 | 0,8021 | 2,2785 | 1,4764 |
| —48 | 225,1 | 0,4686 | 1,4293 | 2,351 | 699,6 | 0,425 | 48,4 | 384,9 | 336,5 | 0,7931 | 2,2880 | 1,4949 |
| —50 | 223,1 | 0,4168 | 1,4245 | 2,623 | 702,0 | 0,3812 | 46,2 | 384,1 | 337,9 | 0,7832 | 2,2978 | 1,5146 |
| —52 | 221,1 | 0,3697 | 1,4197 | 2,933 | 704,4 | 0,3409 | 44,2 | 383,3 | 339,1 | 0,7741 | 2,3078 | 1,5337 |
| —54 | 219,1 | 0,3272 | 1,4150 | 3,288 | 706,7 | 0,3041 | 42,2 | 382,5 | 340,3 | 0,7648 | 2,3180 | 1,5532 |
| —56 | 217,1 | 0,2889 | 1,4103 | 3,693 | 709,1 | 0,2708 | 40,2 | 381,7 | 341,5 | 0,7555 | 2,3285 | 1,5730 |
| —58 | 215,1 | 0,2543 | 1,4056 | 4,161 | 711,4 | 0,2403 | 38,1 | 380,8 | 342,7 | 0,7461 | 2,3393 | 1,5932 |
| —60 | 213,1 | 0,2233 | 1,4010 | 4,699 | 713,8 | 0,2128 | 36,1 | 380,0 | 343,9 | 0,7366 | 2,3504 | 1,6138 |
| —62 | 211,1 | 0,1954 | 1,3965 | 5,324 | 716,1 | 0,1878 | 34,0 | 379,1 | 345,1 | 0,7270 | 2,3618 | 1,6348 |
| —64 | 209,1 | 0,1706 | 1,3920 | 6,044 | 718,4 | 0,1655 | 32,0 | 378,3 | 346,3 | 0,7173 | 2,3734 | 1,6561 |
| —66 | 207,1 | 0,1485 | 1,3876 | 6,882 | 720,7 | 0,1453 | 29,9 | 377,4 | 347,5 | 0,7074 | 2,3853 | 1,6779 |
| —68 | 205,1 | 0,1287 | 1,3832 | 7,870 | 723,0 | 0,1271 | 27,9 | 376,6 | 348,7 | 0,6975 | 2,3976 | 1,7001 |
| —70 | 203,1 | 0,1114 | 1,3788 | 9,009 | 725,3 | 0,1110 | 25,9 | 375,7 | 349,8 | 0,6878 | 2,4101 | 1,7223 |
| —72 | 201,1 | 0,0960 | 1,3745 | 10,357 | 727,5 | 0,0966 | 23,9 | 374,8 | 350,9 | 0,6781 | 2,4230 | 1,7449 |
| —74 | 199,1 | 0,0824 | 1,3702 | 11,953 | 729,8 | 0,0837 | 21,9 | 373,9 | 352,0 | 0,6683 | 2,4363 | 1,7680 |
| —76 | 197,1 | 0,0706 | 1,3660 | 13,818 | 732,1 | 0,0724 | 19,9 | 373,0 | 353,1 | 0,6583 | 2,4498 | 1,7915 |


Mollier - Diagramm
für Ammoniak (i/log p)
Nach dem Diagramm des Bureau of Standards, Washington, erweitert bis -77° von J. Kaprianoff. Kältetechnisches Institut, Karlsruhe.
s₀ = 1,0000 Clausius/kg ; i₀ = 1000 kcal/kg.
log p
i

# Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung[1].

Von M. Rabes, Mannheim.

Die Linde- und die Claude-Luftverflüssigungsmaschine zeigen trotz der Verschiedenheit ihrer Arbeitsweise (Hilfskältemaschine und Hochdruckkreislauf nur bei Linde, Expansionsmotor nur bei Claude) in der Frage wirtschaftlicher Bewertung nur geringfügige Unterschiede. Dasselbe Ergebnis erhält man auch aus einer Durchrechnung der Vorgänge, die sich in den beiden Systemen abspielen.

Bezeichnungen:

| | | |
|---|---|---|
| $i$ | = Wärmeinhalt | kcal/kg |
| $s$ | = Entropie | kcal/$^0$kg |
| $T$ | = absolute Temperatur | $^0$K |
| $c_p$ | = spezifische Wärme bei konstantem Druck | kcal/$^0$kg |
| $v$ | = spezifisches Volumen | m$^3$/kg |
| $p$ ($P$) | = Druck | kg/cm$^2$(kg/m$^2$) |
| $T_u$ | = Temperatur der Umgebung | $^0$K |
| $y$ | = Feuchtigkeitsgehalt der nassen Luft im Sättigungsgebiet. | |

In den schematischen Skizzen der verschiedenen Luftverflüssigungsmaschinen wurde für die einzelnen Elemente die folgende Darstellungsweise gewählt. Es bezeichnet: ein größerer Kreis einen Luftkompressor, ein kleinerer Kreis einen Expansionszylinder, ein Doppelkreis eine Kältemaschine, ein weißer Nullkreis ein Drosselventil, ein schwarzer Nullkreis ein Entnahmeventil und ein langes, schmales Rechteck eine Gegenströmerschlange. Diese Recktecke (Gegenströmer) sind, um auch den Druck der Luft anzuzeigen, noch weitergehend markiert, sodaß eine weiße leere Fläche Atmosphärendruck, eine schwarze volle Fläche Hochdruck, ein Rechteck mit schräger Schraffur Mitteldruck bedeutet. Ein horizontal schraffiertes Rechteck dient als Bezeichnung für die Kühlschlange der Kältemaschine. In Wärmeaustausch miteinander stehen die Gegenströmerabschnitte, die in den Skizzen in gleicher Höhe nebeneinander liegen. Durch die in den Skizzen angegebenen Querschnitte $a$, $b$, $c$ wird die Lage eines Punktes längs des Austauschers bestimmt; ferner wird der Atmosphärendruck mit 1, der Hochdruck mit 2 und der Mitteldruck mit 3 bezeichnet. Diese Ziffern und die obigen Buchstaben werden den Zustandsgrößen der Luft als Indizes beigefügt.

Am oberen Ende des Wärmeaustauschers ist die Temperatur der Luft gleich der Umgebungstemperatur. Sie erhält hier zur Bezeichnung nur die Ziffern 1, 2 und 3. Der Zustand von Flüssigkeit oder Dampf an der Sättigungslinie wird durch ' und '' angedeutet. $z$ (Verflüssigungsziffer) ist der Teil eines kg angesaugter Luft, der als flüssige Luft gewonnen wird. $z_1$ und $z_2$ bezeichnen Luftmengen, die an Zweigstellen einer Anlage abströmen; sie werden auch auf ein kg angesaugter Luft bezogen.

Da bei ausgeführten Anlagen der Energiekostenanteil im Selbstkostenpreis der flüssigen Luft prozentual weitaus überwiegt, genügt es, als Vergleichsgrundlage zwischen Linde- und Claudeprozeß nur eine Größe, nämlich den Arbeitsaufwand für ein kg verflüssigter Luft, zu benutzen. Wird zur Durchführung des Prozesses für ein kg angesaugter Luft eine Arbeit $AL$ benötigt, dann ist $AL/z$ der Arbeitsaufwand für 1 kg gewonnener flüssiger Luft. Bevor auf die einzelnen Summanden, aus welchen $AL$ und $z$ besteht, näher eingegangen wird, sollen gewisse Voraussetzungen, auf Grund derer wir uns die Prozesse möglichst verlustlos durchgeführt und daher leicht berechenbar denken, erörtert werden. Die Verdichtung im Kompressor erfolge verlustlos und isotherm, die Zylinder des Expansionsmotors der Claude-Maschine seien vollkommen gegen die Umgebung isoliert, sodaß keine Wärme aus der Umgebung an die im Zylinder arbeitende Luft übertreten kann. Die Aenderung der Zusammensetzung der Luft in ihrer Eigenschaft als binäres Gemisch, die durch das Abscheiden von Flüssigkeit nach der Drosselung bedingt ist, bleibt unberücksichtigt. Der Wärmeaustauscher (Gegenströmer) soll in allen Teilen, die nicht Heiz- bezw. Kühlflächen darstellen, völlig wärmedicht gegenüber der Umgebung sein. Durch die Strömung in den Schlangen soll keine Druckänderung der strömenden Luft auftreten und keine Reibungswärme erzeugt werden. In der Gegenströmerwandung fließt[1]) ein Wärmestrom in Richtung des Temperaturgefälles nach dem kalten, unteren Ende. Er wird vernachlässigt (Wärmeleitzahl in dieser Richtung gleich Null angenommen). Die Mischungsvorgänge beim Zusammentreffen verschiedener Luftströme sollen sich bei gleicher Temperatur abspielen. Schließlich soll der Gegenströmer auch in dem Sinn vollkommen sein, daß die in einem beliebigen Wärmeaustauscher-Abschnitt strömende Luft sich auf die Temperatur erwärmen kann, mit der die in Gegenstromrichtung geführte Luft in diesen Abschnitt einströmt.

Die zahlenmäßige Größe der Verflüssigungsziffer $z$ ergibt sich auf Grund folgender Ueberlegung: 1 kg Luft soll einen Kreisprozeß in einer Luftverflüssigungsapparatur durchführen. Um das zu ermöglichen, denke man sich einen besonderen Hilfsgegenströmer angebracht, in welchem die $z$ kg verflüssigter Luft dadurch, daß sie $z$ kg (nicht zum Kreislauf gehörende) Luft von Atmosphärendruck verflüssigen, sich selbst auf Umgebungstemperatur erwärmen und wieder zusammen mit den im normalen Gegenströmer erwärmten $(1-z)$ kg Luft vom Kompressor angesaugt werden. Dann muß die zur Verflüssigung der $z$ kg notwendige Wärmemenge $z\,(i_1-i_1')$ gleich der Gesamtsumme der vom Kreislaufsysteme ab- und zugeführten Energiemengen $\Sigma q$ sein. Die Glieder dieser Summe bestehen aus Anteilen, die 1. durch isotherme Kompression der Luft bei Umgebungstemperatur ($q_L = i_1-i_2$), 2. durch die Kühlschlange einer Kältemaschine ($q_k$, Linde) und 3. durch einen Expansionsmotor in Form von Arbeit ($q_e$, Claude) der angesaugten Luft entzogen werden.

Die Division der einzelnen Summanden von $\Sigma q$ durch $(i_1-i_1')$ gibt die Menge flüssiger Luft an, welche man aus den einzelnen Teilprozessen gewinnt.

[1]) Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich Herrn Geheimrat Mollier, an dessen Vorlesung »Kältemaschinen« sie sich in den Grundlagen (Temperaturlinie, Verwendung der Temperaturlinie als Kriterium für die Durchführbarkeit der Prozesse) anschließt.

[1]) Handbuch der Physik, Geiger und Scheel, Bd. XI. Meißner, Erzeugung tiefer Temperatur, S. 295.

Der gesamte Arbeitsaufwand $AL$ eines Prozesses setzt sich aus der Summe der in den einzelnen Maschinen der Anlage verbrauchten oder geleisteten Arbeiten zusammen. Für die Kompressionsarbeit (Isotherme) erhält man durch Integration der bekannten Gleichung

$$T_u\ ds = di - A \cdot v \cdot dP$$

den Ausdruck

$$AL_L = -\int_2^1 A \cdot v \cdot dP = T_u\,(s_1 - s_2) - (i_1 - i_2) \quad (1)$$

Da die bei diesem Vorgang an die Umgebung abgeführte Wärme $T_u(s_1 - s_2)$ größer als die zugeführte Arbeit $AL_L$ ist, steht die Differenz $q_L = (i_1 - i_2)$ für die Verflüssigung zur Verfügung.

Dem Arbeitsprozeß der Kältemaschine wird ein Carnotprozeß zugrunde gelegt; man erhält damit, wenn mit $T_b$ die Temperatur bezeichnet wird, auf welche die Luft durch die Kältemaschine abgekühlt wird, für die Arbeit der Kältemaschine

$$AL_k = q_k \left(\frac{T_u - T_b}{T_b}\right). \quad (2)$$

Bei einer Claude-Anlage habe die Luft vor Beginn der Expansion im Luftmotor den Wärmeinhalt $i_v$, nach Beendigung der Ausdehnung den Wärmeinhalt $i_n$. Da nach Voraussetzung keine Wärme von außen einströmen kann, muß die vom Expansionszylinder geleistete Arbeit $AL_e$ gleich der Differenz der Wärmeinhalte sein.

$$AL_e = i_v - i_n = q_e \quad (3)$$

Bei verlustloser Expansion entspricht der Verlauf der Zustandskurve der durch $i_v$ gehenden Isentrope, welche die Expansionsenddruckkurve $p_n$ = const. im Punkte $i_{n_{ad}}$ trifft. Der Wirkungsgrad der Expansion ist

$$\eta = \frac{i_v - i_n}{i_v - i_{n_{ad}}}. \quad (4)$$

Die Zunahme von $i_n$ gegenüber $i_{n_{ad}}$ wird durch Verluste verursacht, die als Folge von Wandungswirkung, Drosselung usw. auftreten. Die Expansionsarbeit $AL_e$ wird gegenüber den Arbeiten $AL_L$ und $AL_k$ deshalb als nicht verlustloser Vorgang angesehen, weil die gewinnbare Menge flüssiger Luft unmittelbar von $AL_e$ abhängig ($q_e$ ist Summand in $\Sigma q$) ist. Der Wirkungsgrad $\eta$ wird, um diesen Einfluß zu erfassen, bei Untersuchung der Vorgänge in der Claude-Maschine als unabhängige Veränderliche eingeführt werden.

Nach Mollier kann man das $T$-$i$-Diagramm dazu benutzen, den Temperaturverlauf im Gegenströmer darzustellen. Abb. 1 zeigt die Vorgänge in einem beliebig herausgegriffenen Teil eines Gegenströmers. Die Luft von höherem Druck ($p_2$) wird von 3 nach 4 abgekühlt. Im Gegenstrom dazu wird Luft vom Druck $p_1$ von 2 auf 1 erwärmt. Die Kurve $\overline{12}$ wird nun in horizontaler Richtung so projiziert, daß Punkte $x$ und $y$, die gleichen Querschnitten des Gegenströmers angehören, senkrecht untereinander zu liegen kommen. Man benutzt die Beziehung

$$i_y - i_4 = (i_x - i_2)\,\frac{i_3 - i_4}{i_1 - i_2},$$

die ein graphisches Verfahren zur Durchführung der Projektion nahelegt ($i_1 - i_2 = \overline{27} = \overline{38}$, $i_2 - i_x = \overline{2p} = \overline{8q}$; $q$, $y$, $z$ auf einer Vertikalen. $z$ = Bildpunkt von $x$). Die Punkte 5 und 6 sind die Abbildungen der Punkte 1 und 2 auf der gesuchten Kurve. Die Strecke $\overline{y \cdot z}$ stellt die Temperaturdifferenz der beiden Luftströme an der betrachteten Stelle $y$ des Gegenströmers dar. Die Kurven $\overline{34}$ und $\overline{56}$ zeigen den Verlauf dieser Differenzen bezw. den der Temperaturen längs der Strecke $\overline{34}$ des Austauschers und werden deshalb in den folgenden Abschnitten »Temperaturlinien« genannt.

Der Ersatz der $p$ = const.-Kurve durch eine Gerade im $T$-$i$-Diagramm ist für $p = 1$ ata und für Teilstrecken anderer Drücke zulässig und bietet die Möglichkeit, die Temperaturlinie 1 schnell zu zeichnen. Sie würde, da eine Gerade $\overline{12}$ projiziert wieder als Gerade erscheint, die Verbindungsgerade $\overline{56}$ sein.

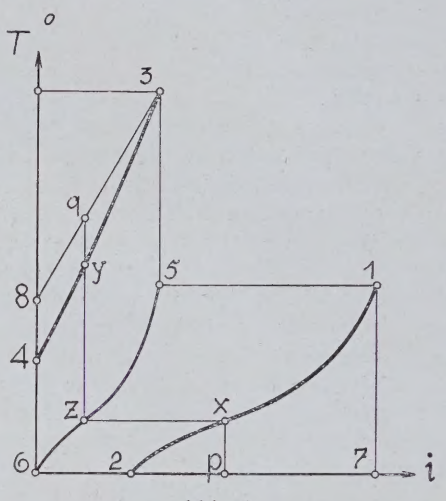



Abb. 1.

Die Temperaturlinien geben ein einfaches und klares Bild über die Grenzen, an welche die Vorgänge im Gegenströmer gebunden sind. Der Luftstrom, der Wärme abgibt, muß in jedem beliebigen Gegenströmerquerschnitt höhere Temperaturen als der Luftstrom, der die Wärme aufnimmt, haben. D. h. die Temperaturlinie des wärmeaufnehmenden Luftströmers muß stets unterhalb der Temperaturlinie des wärmeabgebenden Austauscherabschnittes liegen. Prozesse, bei welchen sich schneidende Temperaturlinien ergeben, sind somit undurchführbar. Dagegen ist der Wärmeaustausch für Prozesse, in welchen sich die Temperaturlinien an einer Stelle nahezu berühren, nach den Voraussetzungen als durchführbar anzusehen. Man kann nun die Temperaturdifferenzen an der Stelle, an der sich die Temperaturlinien am nächsten kommen, immer kleiner werden lassen und findet schließlich, daß die Grenze, die nicht überschritten werden darf, wenn der Wärmeaustausch (thermodynamisch) noch durchführbar sein soll, mit dem Prozeß übereinstimmt, bei welchem sich die Temperaturlinien gerade berühren. Wir betrachten den Wärmeaustausch in der Umgebung der Berührungsstelle. Die auf der Länge $dl$ des Gegenströmers zwischen den beiden Schlangen ausgetauschte Wärmemenge $dQ$ ist, wenn mit $k$ die Wärmedurchgangszahl bezeichnet wird,

$$dQ = k\ (t_2 - t_1)\ dl = di_1 = a \cdot di_2.$$

$a$ bezeichnet das Gewichtsverhältnis der Luftströme 1 und 2. Den Verlauf der Temperaturdifferenzen

in der näheren Umgebung der betrachteten Stelle (Berührungsstelle als Nullpunkt) kann man in Abhängigkeit von $i_1$ etwa durch die Gleichungen

$$t_2 - t_1 = c \cdot i_1^m \quad (m \geqq 1) \quad \text{oder}$$
$$t_2 - t_1 = a \cdot i_1 \pm b \cdot i_1^2,$$

die in die Wärmedurchgangsgleichung eingeführt werden, wiedergeben. Die Integration liefert bei beiden Gleichungen für die Länge $l$ den Wert unendlich.

Demnach wären sowohl für den Fall, daß sich die Temperaturlinien innerhalb eines Gegenströmerabschnittes tangential berühren, wie auch für den Fall, daß (nach Voraussetzung) am Ende eines Gegenströmerabschnittes zwischen aus- und einströmender Luft Temperaturgleichheit besteht, unendlich große Wärmeaustauscherflächen erforderlich und daher die Prozesse undurchführbar. Man kann diese Fälle für unsere Betrachtungen deshalb als Grenzfälle bewerten, weil durch Zulassung einer kleinen Temperaturdifferenz die Gegenströmer auf praktische Abmessungen vermindert werden und dabei der Arbeitsaufwand für das kg flüssige Luft, wie die Rechnung zeigt, nur unerheblich steigt. In dem Gegenströmer der Linde-Maschine mit doppelter Entspannung (Abb. 2, 3, 4) arbeiten gleichzeitig drei Gegenströmerschlangen zusammen. In diesem Fall muß man zur Berechnung der Temperaturlinien noch die Wärmeübergangsgleichungen ansetzen und sie mit einer der Gl. (5) analogen Beziehung vereinigen. Die Auflösung der Gleichungen erfordert im Einzelfalle umständliche numerische Rechnungen.

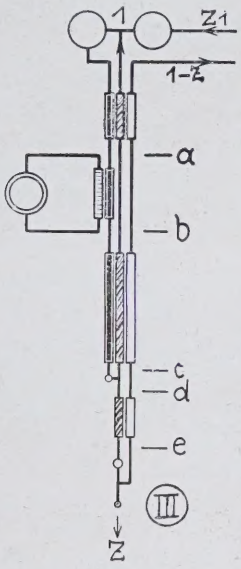


Abb. 4.

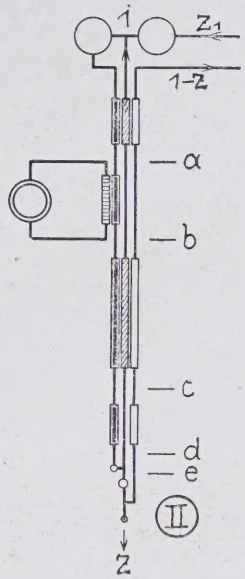


Abb. 3.

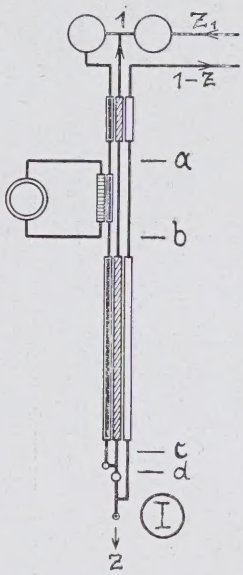


Abb. 2.

## Die Linde-Maschine.

Die Abbildungen 2, 3 und 4 stellen schematische Skizzen der Linde-Maschine mit doppeltem Kreislauf dar. 1 kg Luft wird von einem mittleren Druck $p_3$, der bei größeren Maschinenanlagen zwischen 40 und 60 ata liegt, im Hochdruckzylinder auf den Druck $p_2 = 200$ ata komprimiert, durchströmt die Hochdruckschlange und gibt Wärme teils an die entgegenströmende entspannte Luft, teils an die Kühlschlange der Kältemaschine ab. Schließlich wird die Luft durch ein erstes Druckventil auf den Mitteldruck $p_3$ entspannt. Die Menge $(1 - z_1)$ strömt in der Mitteldruckschlange zurück, während $z_1$ kg durch ein zweites Drosselventil auf Atmosphärendruck entspannt werden. Von dieser Menge werden im Beharrungszustand $z$ kg als flüssige Luft entnommen, und die restlichen $(z_1 - z)$ kg strömen durch den Niederdruckteil des Wärmeaustauschers zurück. Die $(z_1 - z)$ kg vom Druck $p_1$ kühlen die Hochdruckluft und werden dabei bis auf Umgebungstemperatur erwärmt. Man kann nach der Art, in welcher das untere Ende des Gegenströmers ausgebildet ist, drei Anordnungen der Linde-Maschine unterscheiden. Die Luft strömt durch das erste und sofort durch das zweite Drosselventil (Anordnung I). Die Mitteldruckluft tritt nach Durchströmen des ersten Drosselventils im Teil $\overline{de}$ des Gegenströmers in Wärmeaustausch mit der auf Atmosphärendruck entspannten zurückströmenden Luft 1 (Anordnung III). Die zweite Anordnung wird durch die Erscheinung bedingt, daß bei sehr niedriger Temperatur der Thomson-Joule-Effekt negativ wird, d. h. daß eine Erwärmung der Luft durch Drosselung eintritt. Die Luft in der Mitteldruckleitung, welche die Hochdruckleitung gewöhnlich umspült, kann die Hochdruckluft nur auf die Temperatur, die sie selber nach der Drosselung besitzt, kühlen. Die weitere Kühlung der Hockdruckluft um die Differenz, welche der Temperaturerhöhung bei der Drosselung entspricht, muß durch die Niederdruckluft längs $\overline{cd}$ erfolgen. (Anordnung II).

Bei der isothermen Verdichtung gibt 1 kg Luft im Niederdruckzylinder eine Wärmemenge an die Umgebung ab, die um $q_{LN} = i_1 - i_3$ größer als die zugeführte Arbeit $AL_{LN} = T_u\,(s_1 - s_3) - (i_1 - i_3)$ ist, und im Hochdruckzylinder eine Wärmemenge, die um $q_{LH} = i_3 - i_2$ größer als $AL_{LH} = T_u\,(s_3 - s_2) - (i_3 - i_2)$ ist. Die Kühlschlange der Kältemaschine nimmt $q_k$ kcal auf. Somit erhält man

$$z = \frac{z_1 \cdot q_{LN} + q_{LH} + q_k}{(i_1 - i_1')} \qquad (6)$$

$$AL = z_1 \cdot AL_{LN} + AL_{LH} + AL_k.$$

Für den Arbeitsaufwand zur Verflüssigung von 1 kg Luft findet man durch Division der beiden Gleichungen den Ausdruck

$$\frac{AL}{z} = \left[\frac{T_u(s_3 - s_2) + z_1(s_1 - s_3) + (i_{2a} - i_{2b})\frac{T_u}{T_b}}{(i_3 - i_2) + z_1(i_1 - i_3) + (i_{2a} - i_{2b})} - 1\right](i_1 - i_1'), \qquad (7)$$

der für die ohne Vorkühlung arbeitende Maschine ($T_u = T_b$, $i_{2a} - i_{2b} = 0$) in die Form

$$\frac{AL}{z} = \left[\frac{T_u\,(s_3 - s_3) + z_1\,(s_1 - s_3)}{(i_3 - i_2) + z_1\,(i_1 - i_3)} - 1\right](i_1 - i_1') \qquad (8)$$

übergeht.

Die bei gegebenem $p_3$ unbekannte Größe $q_k$ kann man dadurch eliminieren, daß man eine Wärmebilanz für den unterhalb des Querschnittes $b$ gelegenen Teil des Austauschers aufstellt. Löst man die Bilanz nach $z$ auf, so findet man die Beziehung

$$z = \frac{i_{3b}-i_{2b}}{i_{1b}-i_1'} + z_1 \frac{i_{1b}-i_{3b}}{i_{1b}-i_1'} =$$

$$z = a_b + z_1 \cdot b_b. \qquad (9)$$

$i_{2b}$ ist durch die Temperatur $T_b$ der Sole festgelegt. Bei gegebenem $p_3$ ist $AL_L$ nur abhängig von $z_1$, nicht von den Größen $a_b$ und $b_b$; deshalb müssen, damit man Werte niedrigsten Arbeitsaufwandes erhält, $i_{3b}$ und $i_{1b}$ so bestimmt werden, daß $a_b$ und $b_b$ und damit $z$ ihren größten Wert erreichen. Das tritt ein, wenn die Mittel- und Niederdruckluft im Gegenströmer bis zum Querschnitt $b$ auch auf die Temperatur $T_b$ erwärmt werden (Erwärmung auf höhere Temperaturen unmöglich). Im $T$-$i$-Diagramm liegen also die Werte $i_{3b}$, $i_{2b}$ und $i_{1b}$ auf der Geraden $T = T_b$.

Errechnet man nun nunmehr bei konstantem Mitteldruck den Verlauf von $\frac{AL}{z}$ in Abhängigkeit von $z_1$, so zeigt sich, daß $\frac{AL}{z}$ mit kleiner werdendem $z_1$ sinkt, d. h. man muß zur Ermittlung des kleinsten Arbeitsaufwandes den niedrigsten $z_1$ Wert, mit welchem der Prozeß noch ausgeführt werden kann, ermitteln. Der niedrigste Betrag, auf den das $z_1$ sinken kann, ist aber durch die Tatsache gegeben, daß die nach der Drosselung hinter dem zweiten Ventil verflüssigte Menge $z_1 \cdot y$ mindestens gleich der gewinnbaren Menge $z$ sein muß.

$$z = z_1 \cdot y \qquad (10)$$

Durch Vereinigen von (9) und (10) findet man, daß

$$z_1 = \frac{a_b}{y - b_b} \qquad (11)$$

dann den niedrigsten Wert annimmt, wenn $y$ den größtmöglichsten Wert erreicht. Das größte zulässige $y$ ist aber bei gegebenem $p_2$ außer von $p_3$ und von $T_b$ noch von der baulichen Ausführung des Gegenströmers (I, II, III) abhängig. Es ist nun zur Ermittlung des kleinsten $z_1$ Wertes nicht notwendig, $y$ selbst zu bestimmen. Man geht rechnerisch einfacher in der Weise vor, daß man für die Gegenströmerteile, die unterhalb der Querschnitte $c$ oder $d$ liegen, eine Wärmebilanz, die eine Gleichung (12) zwischen $z$, $z_1$ und $i$-Werten ergibt, aufstellt, diese Bilanz mit Gl. (9) unter Elimination von $z$ vereinigt und nach $z_1$ auflöst. Die $i$-Werte sind bei Aufstellung der Bilanz so auszuwählen, daß das $z_1$ in der Gleichung (12) (bei gegebenem $p_3$ und $T_b$) den noch zulässigen Kleinstwert $z_1$ darstellt.

Auf die Bedingungen, nach welchen die $i$-Werte in der Wärmebilanz für das untere Ende des Gegenströmers ausgewählt werden, hat der Umstand, daß bei tiefen Temperaturen im $T$-$i$-Diagramm die Isobaren 3 die Isobaren 2 überschneiden, maßgebenden Einfluß. In ihrem Schnittpunkt $m$ ist der integrale Thomson-Joule-Effekt zwischen $p_2$ und $p_3$ gleich Null; vor dem Schnittpunkt, also für höhere Temperaturen, ist er positiv, die Temperatur fällt, unterhalb des Schnittpunktes wird er negativ, die Temperatur steigt durch Drosseln. Die Gegenströmer sind konstruktiv oft so ausgebildet, daß die Hochdruckluft und die auf Atmosphärendruck entspannte Luft durch einen Mitteldruckluftstrom getrennt sind, und sie deshalb nur indirekt über die Mitteldruckschlange in Wärmeaustausch treten können. Die Temperatur der Hochdruckluft muß stets höher als die Temperatur der Luft, an welche sie die Wärme abgibt, sein; im äußersten Falle kann die Temperaturdifferenz verschwinden. Das tritt im Querschnitt $c$ dann ein, wenn der integrale Thomson-Joule-Effekt gleich Null wird.

Bei Anordnung I kann die Hochdruckluft also höchstens bis auf die Temperatur, die durch $m$ bestimmt ist, herabgekühlt werden; denn die trennende Mitteldruckschicht hindert eine weitere Kühlung durch die auf den Druck $p_1$ entspannte Luft. $z_1$ erreicht also dann den kleinstmöglichen Wert, wenn $T_{3b} = T_{2b} = T_{1b} = T_b$ und $T_{3c} = T_{2c} = T_m$ ist.

In der Ausführung III kann die Hochdruckluft aus den gleichen Gründen nicht auf tiefere Temperaturen als $T_m$ gekühlt werden; der niedrigste Arbeitsaufwand wird bei gegebenem $p_3$ und $T_b$ dann erreicht, wenn $T_{3b} = T_{2b} = T_{1b} = T_b$ und $T_{3c} = T_{2c} = T_{1c} = T_m$ ist.

In den Gegenströmern nach Anordnung II wird der unterste Teil der Hochdruckschlange von der auf Atmosphärendruck entspannten Luft umspült, so daß die Hochdruckluft über den Punkt $m$ hinaus abgekühlt werden kann. Die Wärmebilanz für den Gegenströmerteil unterhalb Querschnitt $c$ liefert die Gleichung

$$z = \frac{i_{3c}-i_{1c}}{i_{1c}-i_1'} + z_1 \cdot \frac{i_{1c}-i_{3c}}{2_{1c}-i_1'} = a_c + z_1 \cdot b_c \qquad (13)$$

Durch Einsetzen in (9) erhält man

$$z_1 = \frac{b_c - b_b}{a_b - a_c} \qquad (14)$$

Der Arbeitsaufwand erreicht dann den niedrigsten Wert, wenn der Querschnitt $c$ so gewählt ist, daß die Gleichungen (11), (14) und die Bedingung $T_{3c} = T_{2c} = T_{1c} < T_m$ und $T_{3b} = T_{2b} = T_{1b} = T_b$ erfüllt sind. Bei sehr tiefen Vorkühltemperaturen, die je nach den Mitteldrücken $p_3$ unterhalb der Temperaturen $T_b = 248^0$ bis $233^0$ liegen, können Prozesse mit den $z_1$-Werten, die sich aus den soeben angeführten Bedingungen ergeben, nicht durchgeführt werden, weil sich die Temperaturlinien oberhalb von Querschnitt $c$ überschneiden würden. Die kleinsten zulässigen $z_1$, mit denen man noch arbeiten kann, sind in diesem Fall an die Bedingung, daß sich die Temperaturlinien in einem zwischen $b$ und $c$ gelegenen Querschnitte $x$ höchstens tangential berühren dürfen, gebunden. Der mathematische Ausdruck für eine gleiche Neigung der Temperaturlinien folgt nach Mollier aus der Ueberlegung, daß die Neigung einer Isobare im $i$-$T$-Diagramm gleich der spezifischen Wärme ist, und nimmt für Querschnitt $x$ die Form

$$c_{p_{2x}} = c_{p_{3x}} (1 - z_1) + c_{p_{1x}} (z_1 - z) \qquad (15)$$

an. Die Wärmebilanz, bezogen auf den Teil unterhalb $x$, gibt

$$z = \frac{i_{3x}-i_{2x}}{i_1-i_1'} + z_1 \frac{(i_{1x}-i_{3x})}{i_1-i_1'} = a_x + z_1 \cdot b_x \qquad (16)$$

Aus (16) und (9) folgt

$$z_1 = \frac{b_x - b_b}{a_b - a_x} \qquad (17)$$

Aus (15), (17) und $T_{3x} = T_{2x} = T_{1x}$ wird $z_1$ bestimmt. Die Grenze bzw. den Uebergang zwischen den nach (11) und (14) und den nach (15) und (17) berechneten kleinsten $z_1$-Werten bildet der Fall, daß der Querschnitt $x$ mit $c$ zusammenfällt, daß sich also dort die Temperaturlinien tangential berühren und (11), (14), (15) und (17) gleichzeitig gelten.

Während außerhalb der Sättigungslinie die Luft als einheitlicher Körper anzusehen ist, muß im Sättigungsgebiet unterhalb des kritischen Druckes die Trennung der Luft in die zwei Phasen Dampf und Flüssigkeit beachtet werden. Es wird in diesem Fall nämlich nur Flüssigkeit oder fast nur Flüssigkeit durch das zweite Drosselventil treten. Deshalb ist die Drosselkurve $i$ = const. für die zweite Drosselung vom Punkt $i_3'$ oder bei Unterkühlung der Flüssigkeit von einem tiefer gelegenen Punkt des Flüssigkeitszweiges der Grenzkurve aus zu ziehen.

Der Punkt $m$, Schnittpunkt der Isobaren 2 und 3, liegt für Drücke $p_3$, die größer als 25 ata und kleiner als der kritische Druck sind, auf dem Flüssigkeitszweig der Sättigungslinie. Die für I und II angegebenen Bedingungen zur Ermittlung der kleinsten $z_1$-Werte bleiben bestehen.

Für Drücke $p_3 < 25$ ata liegt $m$ auf der Verdampfungslinie von $p_3$, die Trennung der Luft in Flüssigkeit und Dampf darf bei dem Niederschreiben der Wärmebilanz nicht übersehen werden.

Ein Ueberschneiden der Temperaturlinien am oberen Ende und im Querschnitt $b$ des Gegenströmers kommt nicht in Frage, weil die Bedingungen

$$c_{p_2} \geqq c_{p_3}\,(1-z_1) + c_{p_1}\,(z_1 - z)$$

und

$$c_{p_{2b}} \geqq c_{p_{2b}}\,(1-z_1) + c_{p_{1b}}\,(z_1 - z)$$

stets erfüllt sind, da für die betreffenden Drücke und Temperaturen $c_{p_2} > c_{p_3} > c_{p_1}$ ist. Das Analoge gilt auch für Querschnitt $c$ (I und II).

Vergleich: Abb. 5 stellt die Projektion der Grenzflächen niedrigsten Arbeitsaufwandes (I) und (III) auf die $AL/z \div z_1$ Ebene dar. Eingezeichnet sind Linien konstanten Mitteldruckes und konstanter Vorkühltemperatur. Das nahezu horizontale Auslaufen der Kurve $p_3$=180 ata bei Anordnung I ist darauf zurückzuführen, daß in der Gleichung

$$z_1 = \frac{a_b}{y - b_b}$$

das $z_1$ bereits für ein $p_3 < p_2$ gleich Null ($y = b_b$) wird. Die $T_b$-Kurven zeigen ein nicht sehr scharf ausgeprägtes Minimum, das den für die jeweilige Temperatur günstigsten Mitteldruck $p_3$ abgibt.

Bei Anordnung I liegt das Minimum

für $T_b$=288° bei $p_3 \sim$ 95 ata, $AL/z$=490 kcal/kg,
für $T_b$=243° bei $p_3 \sim$ 65 ata, $AL/z$=355 kcal/kg,
für $T_b$=223° bei $p_3 \sim$ 55 ata, $AL/z$=320 kcal/kg,
für $T_b$=203° bei $p_3 \sim$ 50 ata, $AL/z$=300 kcal/kg.

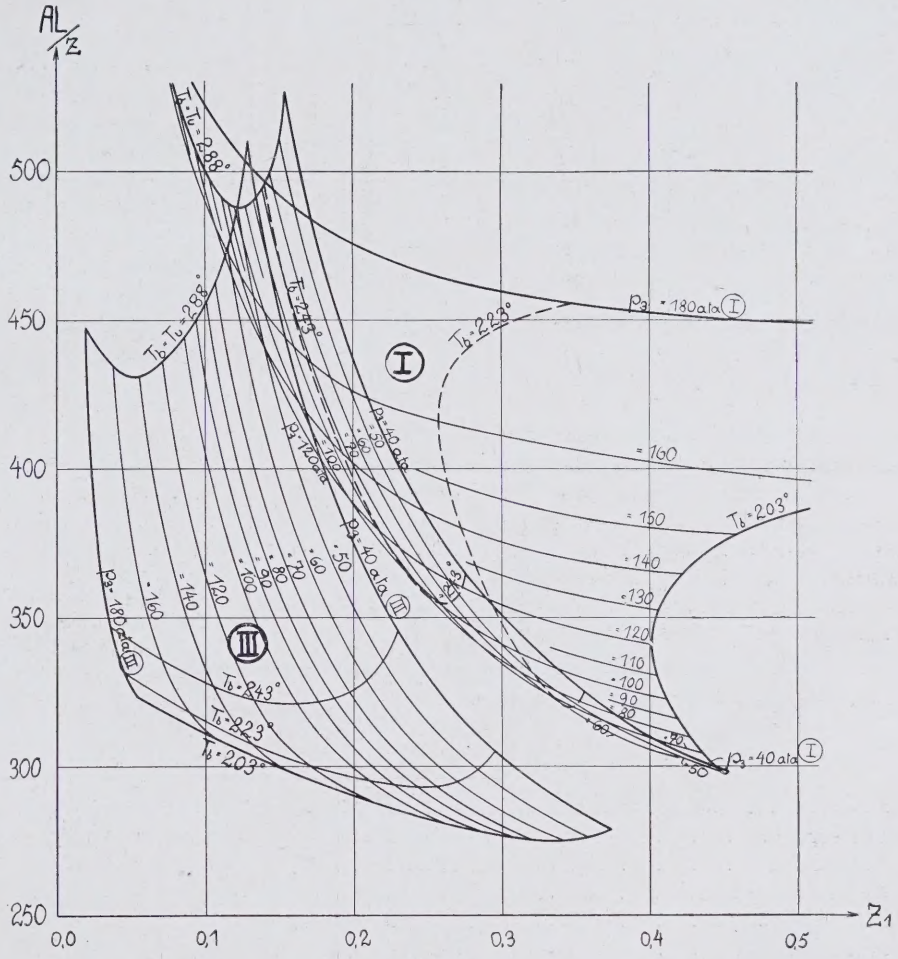



Abb. 5.

Bei Anordnung III hat man entsprechend dem geringsten Arbeitsaufwand

für $T_b$=288° bei $p_3 \sim$ 145 ata, $AL/z$=430 kcal/kg,
für $T_b$=243° bei $p_3 \sim$ 105 ata, $AL/z$=320 kcal/kg,
für $T_b$=223° bei $p_3 \sim$ 80 ata, $AL/z$=295 kcal/kg,
für $T_b$=203° bei $p_3 \sim$ 60 ata, $AL/z$=275 kcal/kg.

Abb. 6 zeigt den Zusammenhang zwischen Vorkühltemperatur $T_b$ und günstigstem Mitteldruck $p_3$.

Bei Anordnung II findet man den geringsten Arbeitsaufwand:

für $T_b$=288° bei $p_3 \sim$ 155 ata, $AL/z$=435 kcal/kg,
für $T_b$=243° bei $p_3 \sim$ 110 ata, $AL/z$=320 kcal/kg,
für $T_b$=203° bei $p_3 \sim$ 70 ata, $AL/z$=275 kcal/kg.

Die Grenzfläche II deckt sich nahezu mit der Fläche III. Diese Aehnlichkeit ist darin begründet, daß $z$ bei gleichem $T_b$ und $p_3$ nur von $z_1$ abhängig ist und die $z_1$-Werte für II und III nahezu übereinstimmen.

Anordnung II und III liefern also gleich günstige Ergebnisse; die Drücke $p_3$ im Minimum der $T_b$= const.-Kurven stimmen für II und III, trotz der geringen Krümmung der $T_b$-Kurve nahezu überein und nähern sich mit wachsender Unterkühlung den Werten $p_3 = 50 \div 70$ ata.

Anordnung I tritt demgegenüber zurück. Der Arbeitsaufwand von I liegt

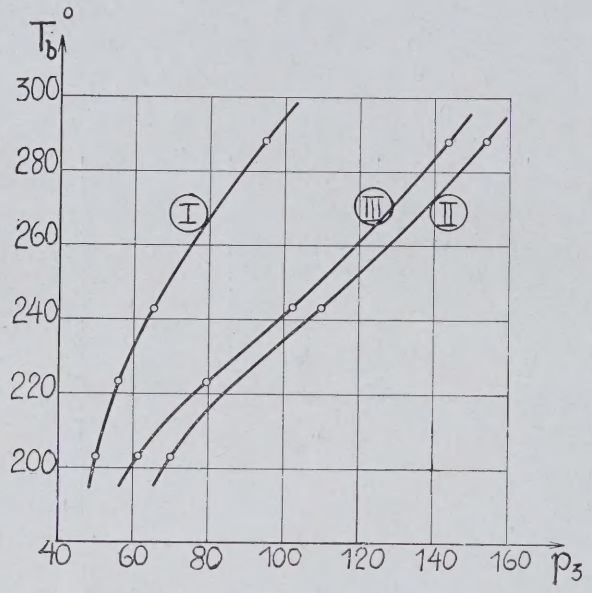



Abb 6.

bei $T_b = 288^0$ um etwa 13%,
bei $T_b = 243^0$ um etwa 11%,
bei $T_b = 203^0$ um etwa 9%
höher als der von Anordnnng II oder III.

Die Verbesserung durch Vorkühlung beträgt für Anordnung III

bei $T_b = 243^0 \sim 27$ %
bei $T_b = 223^0 \sim 32$ %
bei $T_b = 203^0 \sim 34$ %

Der Anteil der Kältemaschine an dem Arbeitsaufwand ($AL_k/z$) verschwindet nahezu und beträgt z. B. für Anordnung III

bei $T_b = 203^0$ höchstens 9,5 %
bei $T_b = 223^0$ höchstens 5,5 %
bei $T_b = 243^0$ höchstens 2,5 %.

(Fortsetzung folgt).

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen

**Die Abhängigkeit zwischen Druck und Temperatur gesättigter Dämpfe.** (Fonction de la pression et de la temperature des vapeurs saturées) Professor Dr. Jaroslaw Hybl. Bulletin international de l' Académie des Sciences de Bohême. (8. März 1929.)

Der Verfasser betrachtet die Spannungsgleichungen von der Form

$$\log p = a - \frac{b}{T} - c \log T + dT \text{ und}$$

$$\log p = a - \frac{b}{T} - c\,T + dT^2 \text{ sowie}$$

einfachere und verwickeltere des gleichen Typus. Die oben angeführten ergeben Abweichungen, die für Ammoniak und Wasserstoff im Bereiche von $T = 270^0$ bis zur kritischen Temperatur 1,5‰ nicht erreichen, sind also genügend genau.

Die Konstanten sind folgende:

| Stoff | $\log p_{kg/cm^2} = a - \frac{b}{T} - c \cdot 10^{-2} T + d \cdot 10^{-4} T^2$, $T = 273{,}1 + t^0$ C | | | | Temperaturbereich $T$ bis $T_k$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | | |
| Wasser . . . . $H_2O$ | 9,3659 | 2705,44 | 0,7335 | 0,0457 | 270 | 647,1 |
| Ammoniak . . . . $NH_3$ | 8,2731 | 1549,62 | 0,9786 | 0,0959 | 220 | 406,0 |
| Kohlendioxyd . . . $CO_2$ | 10,9012 | 1402,00 | 2,3558 | 0,2970 | 220 | 304,3 |
| Schwefeldioxyd . . . $SO_2$ | 10,3313 | 1884,95 | 1,6018 | 0,1537 | 240 | 430,2 |
| Methylchlorid . . $CH_3Cl$ | 5,0885 | 1202,26 | 0,1234 | 0,0085 | 250 | 416,1 |
| Aethylchlorid . . $C_2H_5Cl$ | 9,5829 | 1867,07 | 1,4634 | 0,1407 | 250 | 455,9 |
| Ethan . . . . . $C_2H_6$ | 16,9629 | 1834,43 | 5,0663 | 0,6665 | 220 | 305,7 |
| Propan . . . . . $C_3H_8$ | 11,7106 | 1663,72 | 2,6698 | 0,3166 | 220 | 369,7 |
| Butan . . . . . $C_4H_{10}$ | 8,1085 | 1602,23 | 1,1107 | 0,1095 | 250 | 423,9 |
| Isobutan . . . . . $C_4H_{10}$ | 5,1833 | 1208,01 | 0,2905 | 0,0329 | 240 | 406,8 |

| Stoff | $\log p_{kg/cm^2} = a - \frac{b}{T} - c \cdot \log T + d \cdot 10^{-2} T$, $T = 273{,}1 + t^0$ C | | | | Temperaturbereich $T$ bis $T_k$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | | |
| Wasser . . . . . $H_2O$ | 38,7270 | 3446,67 | 12,1688 | 0,4880 | 270 | 647,1 |
| Ammoniak . . . . $NH_3$ | 35,4967 | 2064,50 | 12,0691 | 0,7721 | 220 | 406,0 |
| Kohlendioxyd . . . $CO_2$ | 78,3092 | 2592,53 | 30,4206 | 2,5072 | 220 | 304,3 |
| Schwefeldioxyd . . $SO_2$ | 56,5493 | 2778,27 | 20,3875 | 1,2799 | 240 | 430,2 |
| Methylchorid . . $CH_3Cl$ | 7,5934 | 1250,54 | 1,1061 | 0,0341 | 250 | 416,1 |
| Aethylchlorid . . $C_2H_5Cl$ | 52,7337 | 2703,30 | 19,0158 | 1,2057 | 250 | 455,9 |
| Ethan . . . . . $C_2H_6$ | 165,4517 | 4437,84 | 67,1291 | 5,7587 | 220 | 305,7 |
| Propan . . . . . $C_3H_8$ | 92,1067 | 3129,57 | 35,9716 | 2,8119 | 220 | 369,7 |
| Butan . . . . . $C_4H_{10}$ | 44,1771 | 2326,90 | 15,7724 | 1,0235 | 250 | 423,9 |
| Isobutan . . . . . $C_4H_{10}$ | 14,7937 | 1392,35 | 4,2481 | 0,3172 | 240 | 406,8 |

Die Gleichung von Henglein $\log p = a - \frac{b}{T_k}$ gibt zu große Abweichungen. Kr.

## Kältemaschinen.

**Nachtrag** zu dem Aufsatz über **Haushaltkältemaschinen.** (Von R. Stückle). Kälte, **5,** Heft 10 und 11. (Vergl. diese Zeitschrift 1929, S. 145).

Es werden die automatischen Alco-Regelventile der Alco Valve Company beschrieben, die zur selbsttätigen Regelung der Zufuhr an flüssigem Ammoniak in Kältemaschinen dienen. Sie werden in 3 Typen gebaut. Des weiteren wird über automatische Schaltapparate sowie Neuerungen an Absorptionsmaschinen berichtet.

## Kälteverwendung.

**Das Schnellgefrieren von Fleisch.** Ice and Cold Storage. Dezember 1929.

Auf der Jahresversammlung der »Institution auf American Meat Packers« berichtete Clarence E. Birdseye über die Anwendung seines Schnellgefrierverfahrens (Vergl. S. 145 dieser Zeitschrift 1929) auf Fleisch und Früchte. Fleischstücke werden in Zellophan verpackt, in Pappschachteln getan und dann gefroren.

**Wärme und Kälte in einer modernen Zigarrenfabrik.** Von Rush D. Touton, Power 1929, **70,** Seite 590.

Die Gebäude der Bayuk Cigars Inc. in Philadelphia, die wöchentlich 4 000 000 Zigarren herstellt, sind rund 97,5 m lang, 22 m in der Front und 30,5 auf der Rückseite breit. Das Gebäude hat 8 Stockwerke, in denen fabriziert wird, zwei enthalten die verschiedenen Kraftmaschinen.

Da durchweg künstliche Belüftung verwendet wird, ist das Gebäude in den Wänden und im Dach mit 50 mm Korkplatten isoliert. Die Fenster haben doppelte Rahmen, zwischen denen Heizschlangen liegen, um Feuchtigkeitsniederschlag zu verhindern, der bei dem hohen Taupunkt der Luft zu erwarten wäre.

Die Luftaufbereitungsanlage besteht aus zwei Hauptbefeuchtern, 10 getrennten Entlüftungen für bestimmte Zwecke und vier Einzelbefeuchtern. Die beiden Hauptsysteme haben je einen 50 PS Motor und einen Ventilator für 1557 $m^3$ Luft/min. Der eine versorgt vom Erdgeschoß aus den ersten bis vierten Stock mit Luft, der zweite im neunten Stock von da abwärts den 8. bis 5. Die Austrittsöffnungen sind mit Heizkörpern versehen, die durch von verschiedenen Punkten aus steuerbare Membranventile geregelt werden. Neben dem Zuführungskanal liegt der für die zurückkehrende Abluft, die entweder zu den Befeuchtern zurückkehrt, oder je nach dem Wetter ins Freie gelassen wird.

Im Winter wird das Spritzwasser mit Dampf erwärmt, im Sommer wird es gekühlt. Die Hauptkältemaschine leistet 302 400 kcal/h und arbeitet mit Dichloräthylen. Der Motor hat 150 PS bei 3400 Uml min und ist mit dem Turbokompressor gekuppelt. Das Wasser für den Kondensator (2300 l/min) wird durch eine 30 PS Pumpe nach dem zehnten Stock gepumpt und dort durch Zerstäuber gekühlt. Das durch den Verdampfer gekühlte Wasser fällt durch 100 mm Leitungen, die mit Kork isoliert sind, nach dem Befeuchter im neunten Stock. Ein Wärmeaustauscher in der Druckleitung liefert gekühltes Wasser für den Befeuchter im Erdgeschoß. Dadurch ist nur eine Kaltwasserpumpe für die Versorgung der Fabrik aus zwei verschiedenen Förderhöhen nötig.

Von drei weiteren Ammoniakkältemaschinen von je 15 100 kcal/h, dient die eine zur Kühlung von Eiswasser, das im Gebäude zirkuliert, die andere kühlt Wasser auf 7° C ab, das in einer Menge von etwa 90 l/min zu einem Befeuchter im zweiten Stock gepumpt wird, der bestimmte Tabaksorten auf niedrige Temperaturen halten soll. Die dritte Maschine kühlt Sole auf etwa — 10 bis — 8° C und versorgt drei Kühlschränke im Café.

Im Keller befinden sich drei Dampfkessel, zwei haben je 93 $m^2$, der dritte etwa 54 $m^2$ Heizfläche, der letztere erzeugt den Betriebsdampf im Sommer.

Der Strombedarf der Anlage beträgt 600 kW. Es sind etwa 900 Motore von 1/20 bis 150 PS vorhanden.

Zur Entfernung der überschüssigen Feuchtigkeit aus dem Tabak dienen verschiedene Trockenräume, deren Temperatur und Feuchtigkeit sich selbsttätig regelt.

Des weiteren werden noch Angaben über den Luftbedarf der 200 Zigarrenmaschinen gemacht, die mit gekühlter Preßluft von 3,5 atü gespeist werden und deren Staub abgesaugt wird. Kuhn.

**Der neue Karstadtbau in Berlin-Neukölln.** Ernst Neuberg. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. **73,** 48.

Aus dem Aufsatz, der alle technischen Einrichtungen des neuesten großen Warenhauses Berlins beschreibt, sind für unsere Leser besonders die kältetechnischen Angaben und Abbildungen von Belang.

Gezeigt werden die gekühlten Butterverkaufsstände, die mit Soleschlange gekühlte Vitrine für Eier und Margarine sowie der Grundriß der Kältemaschinenanlage, die von A. Freundlich in Düsseldorf stammt.

Der Kältebedarf setzt sich wie folgt zusammen:

| | | |
|---|---|---|
| Roheiserzeugung . . . . . | 40 000 | kcal/h |
| Wirtschaftsräume . . . . . | 190 000 | „ |
| Lebensmittelabteilung . . . . . | 250 000 | „ |
| Konditorei . . . . . | 70 000 | „ |
| Raumluftkühlung . . . . . | 250 000 | „ |
| | 800 000 | kcal/h |

Die Kältemaschinenanlage besteht aus 3 Verdichtern, 3 Verdampfern und zugehörigen Apparaten und arbeitet mit 2 verschiedenen Verdampfungstemperaturen. Der eine Solekühler für mäßig gekühlte Sole ist geschlossen, der andere offen und mit der Eiserzeugungsanlage verbunden. Erfrischungsraum, Speisesaal und Lebensmittelabteilung erhalten gekühlte, gewaschene und getrocknete Luft.

## Verschiedenes.

**Beurteilung von Speiseeisen und deren Halbfabrikaten.** Prof. Dr. P. Buttenberg. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel, **58,** Heft 1/2.

Der Verfasser berichtet über die Leitsätze für die Beurteilung von Speiseeisen und deren Halbfabrikaten. (Aufgestellt von der Kommission des Vereins Deutscher Nahrungsmittelchemiker und den Vertretern der Speiseeisinteressenten am 14. Januar 1929 zu Berlin).

A. Speiseeis oder Gefrorenes.

Speiseeise (auch Gefrorenes genannt) sind Mischungen aus Zucker, Wasser, Vollmilch, Rahm, Eiern, Geschmacksstoffen und dergl., die durch Gefrierenlassen in eine plastische Masse übergeführt und in diesem Zustande bis zum Verzehren erhalten werden.

Unter Geschmacksstoffen sind hier natürliche Geschmacksstoffe zu verstehen, z. B. Vanille, Kaffee, Kakao, Schokolade, Nüsse, Mandeln, Pistazien, ferner Früchte (Obst) und Frucht-(Obst-)Zubereitungen, die in deutlich wahrnehmbarer Menge zugefügt sein müssen.

1. Kremeis besteht aus Vollmilch, Zucker, Eiern und natürlichen Geschmacksstoffen, wie z. B. Vanille, Kaffee, Kakao, Schokolade, Nüssen, Mandeln, Pistazien. Auf 1 l Milch sind mindestens 6 Eier oder Eidotter (= mindestens 90 g Eigelb) zu verwenden.

2. Halbkremeis besteht aus den unter 1. genannten Stoffen. Auf 1 l Milch sind mindestens 3 Eier oder Eidotter (= mindestens 45 g Eigelb) zu verwenden. Das Fabrikat ist als »Halbkremeis« zu bezeichnen.

3. Fruchteis muß Früchte als solche oder in Form von Fruchtmark oder Fruchtsaft in hinreichender Menge erhalten. Von dem der Bezeichnung der Sorte entsprechenden Fruchtmark müssen auf 1 kg Fruchteis mindestens 200 g, auf 1 kg Citroneneis mindestens 100 g verwendet werden. Als Fruchtmark sind natürliche, durch Passieren von den groben Bestandteilen getrennte Früchte anzusehen. An Stelle von Fruchtmark kann die entsprechende Menge Fruchtsaft Verwendung finden.

4. Halbfruchteis ist ein Erzeugnis, welches mindestens die Hälfte der für Fruchteis vorgeschriebenen Mengen an Früchten als solchen oder in Form von Fruchtmark oder Fruchtsaft enthält. Das Fabrikat ist als »Halbfruchteis« zu bezeichnen.

5. Rahmeis oder Sahneeis besteht aus zuckerhaltiger geschlagener Sahne und natürlichen, wie bei Krem- und Fruchteis üblichen Geschmackszusätzen, zuweilen auch Eibestandteilen. Die verwendete Sahne muß mindestens 28 % Fett enthalten.

6. Eiskrem (nach amerikanischer Art) muß hergestellt sein aus Milch (bezw. Kondensmilch oder Milchpulver), Rahm oder Butter mit natürlichen Geschmacksstoffen. Das Endprodukt muß mindestens 10 % Milchfett aufweisen. Das Fabrikat ist als Eiskrem zu bezeichnen.

7. Milcheis besteht aus Vollmilch, Zucker und natürlichen Geschmacksstoffen, wie oben in Absatz 2 genannt. Das Fabrikat ist als »Milcheis« zu bezeichnen[1]).

Bei den vorstehenden Eissorten dürfen künstliche Färbungen nur insoweit zur Anwendung gelangen, als sie zur Auffärbung von Pistazien und Fruchtmark dienen. Künstliche Färbungen, die den Zusatz von Eigelb vorzutäuschen geeignet sind, sind unzulässig.

Der Zusatz von Gelatine, Tragant oder Stärkemehl als Bindemittel ist in einer Menge bis zu 0,6 % erlaubt.

B. Erfrischungseis.

Alle aus Zucker, Wasser, Milch, Rahm und auch Eiern hergestellten Zubereitungen, deren sonstige Zutaten nicht den unter A aufgestellten Bestimmungen über Speiseeis (Gefrorenes) entsprechen, müssen als »Erfrischungseis« kenntlich gemacht werden.

Auch beim Erfrischungseis müssen Zucker, Milch und Rahm als solche zur Anwendung gelangen. Nur bei Erfrischungs-Fruchteis darf Wasser zugesetzt werden.

Künstliche Färbung, die geeignet ist, den Zusatz von Eiern vorzutäuschen, ist auch bei Erfrischungseis unzulässig.

Bemerkungen zu A und B: Beim Speiseeis (Gefrorenem) sowie beim Erfrischungseis sind Zusätze von milchfremden Fetten und Oelen als solche und in Form von Zubereitungen nicht zulässig.

Keinesfalls darf, weder beim Speiseeis noch beim Erfrischungseis, ein Bindemittel in solchen Mengen verwendet werden, daß das geschmolzene Eis plastisch bleibt.

C. Halbfabrikate für Speiseeis (Gefrorenes) und für Erfrischungseis (Eiskonserven), sog. Eispulver und dergl.

müssen in geschlossenen Packungen vertrieben werden und mit dem Namen oder der Firma und dem Ort des Herstellers oder dessen, der die Ware in den Verkehr bringt, versehen sein.

Außerdem müssen diese Packungen eine Gebrauchsanweisung tragen, aus der unter Angabe des Gewichtes oder Maßes die erforderlichen Zutaten und in augenfälliger Weise die handelsübliche Bezeichnung der erzielten Fertigware zu erkennen sind.

Wenn bei Eiskonserven an Stelle von Frischeiern oder von Gefriereigelb anderes Eigelb verwendet wird, so ist dies zu kennzeichnen.

Im weiteren beschäftigt sich der Verfasser mit den einzelnen Eissorten und den Hilfsstoffen.

[1]) Ueber die Beibehaltung dieser Eissorte sind sich die Referenten des Vereins nicht einig.

# Bücherbericht.

**Reichsadreßbuch für die gesamte Kälte-Industrie** mit einem Anhang der maßgebenden Verbände und Mitglieder. Mühlhausen i. Thür. Verlag für Technische Literatur. 99 Seiten. Preis geb. 4 RM.

Die Aufgabe, alle Firmen und Personen Deutschlands, die in irgend einer Weise an der Kälteindustrie interessiert sind, in einem Adreßbuch zusammenzufassen, ist durchaus lohnend. Daß der erste Versuch der Lösung nicht ganz geglückt ist, ist bei der Größe der Aufgabe nicht verwunderlich. Es bedarf eben der Zusammenarbeit aller Beteiligten, die offensichtlich noch fehlt. Denn daß es sich um eine große Arbeit handelt, erkennt man bei Durchsicht des entsprechenden englischen Buches »Ice and Cold Storage« Trades Directory, das ohne die Zahlentafeln und sonstigen technischen und wissenschaftlichen Angaben 160 eng bedruckte Seiten stark ist.

Das Buch hat 5 Teile. Der erste Teil enthält das Verzeichnis der zur Kälte-Industrie gehörenden Firmen, ist alphabetisch geordnet und umfaßt 22 Seiten, ist also reichhaltig, wenn auch nicht vollständig. Es fehlen die Kühlhäuser, von den beratenden Ingenieuren sind nur einige angegeben, die bekanntesten fehlen. Der zweite Teil enthält die gleichen Firmen, nach Städten geordnet. Der dritte, für den Verbraucher wichtigste Teil, ist das Bezugsquellen-Verzeichnis, das leider überaus mangelhaft und ohne

Sachkunde bearbeitet ist. Es stellen nach Angabe des Buches in Deutschland her: Eisgeneratoren 3 (!) Firmen, Eiserzeugungsanlagen 20, aber Eisfabrikeinrichtungen nur 2; Eismaschinen stellen 21 Firmen her, Kältemaschinen 19, Kälteerzeugungsanlagen aber nur 4; Eiszellenwagen stellt 1 Firma her, Zellenwagen auch nur eine, aber eine andere! Hier ist noch viel Arbeit zu leisten und zwar von Fachleuten. Gut bearbeitet ist das Stichwort Isoliermaterialien und Isolierungen. Teil IV enthält die geschützten Wortzeichen und Schutzmarken der beteiligten Firmen.

Der Teil V zählt die Mitglieder folgender Verbände und Vereine auf: Wirtschaftsbund des Isoliergewerbes in Deutschland, Verband deutscher Eisfabrikanten, Verband für Kältemaschinen, Verband deutscher Kühlhäuser, Deutscher Kälte-Verein. Das ist gut und wertvoll. Es sollten aber möglichst alle Eisfabriken, alle Kühlhäuser aufgeführt werden, nicht nur die in Organisationen zusammengeschlossenen.

Das Buch ist als Versuch zu begrüßen. Von dem Ziel, wirklich ein Bild der Bedeutung und Verbreitung der Kälteindustrie in Deutschland zu geben, ist es noch recht weit entfernt. Krause.

**Regenhardt's Geschäftskalender für den Weltverkehr.** Das Handbuch für direkte Auskunft und Inkasso. 55. Jahrgang 1930. C. Regenhardt A.-G., Berlin N 24, Friedrichstr. 110-12. Preis RM. 11.

**The Handling and Storage of White Fish at Sea** von Adrian Lumley, J. J. Piqué und George A. Reay. Food Investigation Spezial Report 37. 74 Seiten. Preis 1 s 8 d einschließlich Porto. Zu beziehen durch H. M. Stationary Office, Adastral House, Kingsway, London W. C. 2.

**Die Temperaturreglung bei Kältemaschinen und Kühlanlagen,** von Richard Stetefeld. Zweite Auflage, Stuttgart bei Konrad Wittwer. 84 Seiten, 29 Abb. Preis gebunden RM. 5,20.

**Ala Zeitungs-Katalog 1930.**

Die neue 55. Ausgabe des Zeitungs-Kataloges der Ala Anzeigen-Aktiengesellschaft für das Jahr 1930 ist erschienen. Das gesamte Material drängt sich so reichlich auf, daß eine bessere Uebersicht durch die Angliederung eines Verzeichnisses der deutschen Tageszeitungen, deren Erscheinungsort aus dem Namen der Zeitung nicht hervorgeht, geboten erschien. Ferner wurde ein namentliches Verzeichnis sämtlicher deutscher Fachzeitschriften aufgenommen. Diese Erweiterung gegenüber den früheren Ausgaben ist sicherlich zu begrüßen und hebt den Gebrauchswert des Kataloges.

**Der industrielle Wärmeübergang.** Von Dr.-Ing. A. Schack. 411 Seiten mit 41 Abb. und 37 Zahlentafeln. Verlag Stahleisen, Düsseldorf. Preis geb. RM. 18,50.

# Kleine Mitteilungen.

Der neue Fischdampfer »Volkswohl«, der mit einer Gefriereinrichtung nach Ottesen eingerichtet ist, hat seine erste Probefahrt zurückgelegt. Das Schiff ist 53 m lang, 8,75 m breit und hat einen größten Tiefgang von 4,87 m bei 500 Brutto-Register-Tonnen. Es können in 24 Stunden 300 Zentner = 15000 kg eingefroren werden; die Lagerräume fassen 2400 Zentner = 120000 kg.

# Wirtschaftliche Nachrichten.

**Stickstoffproduktion in Niederschlesien.**

Die Stickstoff A. G. Waldenburg, ein Unternehmen mit 8 Mill. Reichsmark Aktienkapital, wird Anfang 1930 ihre Anlagen zur Kunstdünger-Erzeugung in Betrieb nehmen. Die arbeitstägliche Produktion beträgt etwa 70000 kg reines Ammoniak, was einer Jahresproduktion von ungefähr 15000 t Reinstickstoff entspricht. Demgegenüber beträgt die Jahreskapazität der Anlagen der Ruhrchemie A. G. ungefähr 20000 t.

Die Waldenburger Fabrik erzeugt ein Wasserstoff-Stickstoffgemisch aus Koksofengas, fabriziert daraus synthetischen Ammoniak. Ferner erzeugt sie Schwefelsäure und durch Verbindung von Ammoniak und Schwefelsäure Ammonsulfat. Das Koksofengas wird gecrackt nach einem Verfahren der Firma Kuhlmann-Paris. Die Gasgemisch- und Luftzerlegungsanlagen liefert die Firma Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M. Die Ammoniaksynthese wird nach dem Verfahren der Nitrogen Engineering Corp. in New York betrieben. Eine Erweiterung der Anlage zur Erhöhung der jetzigen Leistungsfähigkeit um etwa 50 Prozent ist geplant, nach deren Durchführung die Jahresproduktion etwa 22000 t Reinstickstoff betragen dürfte.

**Ausschreibung für Kühlanlagen bei Geschäftsräumen.**

Im Septemberheft 1929 wurden die Bedingungen für das internationale Ausschreiben des Komitees für Kältetechnik beim Handelskommissariat der RSFSR veröffentlicht. Als letzter Termin für die Einreichung ist der **1. 2. 1930** festgesetzt worden.

# Persönliches.

**Wilhelm Klint †.** Der Generaldirektor der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen, Hamburg, Altona, Berlin, Herr Wilhelm Klint aus Rendsburg, ist am 28. Dezember vorigen Jahres von langem, qualvollen Leiden im 72. Lebensjahr durch den Tod erlöst worden.

Bis zuletzt leitete er mit unvergleichlicher Selbstüberwindung und Hingabe an sein Amt und mit außergewöhnlicher Umsicht und Tatkraft die ihm anvertraute Gesellschaft, deren Vorstand er seit mehr als 36 Jahren war und deren Aufstieg ihm in erster Linie zu danken ist.

Ehrenhaftigkeit, Pflichttreue und Hilfsbereitschaft waren die Grundzüge seines Charakters, schlicht und einfach war sein Wesen, und darum wird Klints

Name der großen Schar seiner Freunde unvergeßlich bleiben, und auch der Deutsche Kälte-Verein, dem er seit der Gründung angehörte, wird ihm stets ein treues Gedenken bewahren.

# Patentberichte.

## Anmeldungen.

17a, 2. A. 53868. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal. Stopfbüchsenlose Kältemaschine. 14. 4. 28. Schweiz 30. 3. 28.

17a, 2. A. 55964. Marcel Audiffren, Cannes, Frankreich; Vertr.: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Regler, insbes. für umlaufende vollständig geschlossene Kältemaschinen. 10. 12. 27. Frankreich 28. 10. 27.

17a, 4. A. 55279. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz, Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Selbsttättige Regulierung einer Kälteanlage mit Kreiselverdichter. 6. 9. 28.

17a, 8. P. 54321. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Verteilung von Kältemittelmengen auf mehrere Verdampferräume. 4. 1. 27. Schweden 9. 1. 26.

17a, 12. S. 86025. Dr. Leo Szilard, Berlin-Wilmersdorf, Prinzregentenstr. 95. Intermittierend wirkende Kältemaschine mit getrenntem Kocher und Absorber. 12. 6. 28.

17a, 13. G. 68530. Anglo-Chilean Consolidated Nitrate Corporation, New York; Vertr.: Dr. K. Michaelis, Pat.-Anw., Berlin W 50. Rieselkühler für Flüssigkeiten. 28. 10. 26. V. St. Amerika 21. 11. 25.

17a, 20. A. 52676. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Verfahren zur Erzeugung von Kälte. 8. 12. 27.

17b, 2. F. 66413. Fabrik für Brauerei- und Kältemaschinen-Bedarf Anton Hurtz, Breyell bei Düsseldorf. Eiszelle. 9. 7. 28.

17d, 5. A. 53367. Aktiengesellschaft vormals Skodawerke in Pilsen, Prag; Vertr.: Dipl.-Ing. G. Bertram und Dipl.-Ing. K. Lengner, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Oberflächenkondensator mit unterteilten Wasserkammern. 23. 2. 28. Tschechoslowakische Republik 9. 4. 27.

17g, 4. G. 74464. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestraße 39. Transport- oder Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase. 22. 12. 26.

17a, 16. S. 88102. Gebrüder Sulzer Akt.-Ges., Winterthur, Schweiz; Vertr.: M. Wagner und Dr.-Ing. G. Breitung, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Einrichtung zum Rückführen von Oel aus dem Verdampfer in den Kompressor von Kältemaschinen. 29. 10. 28.

17d, 5. H. 119410. Christian Hülsmeyer, Düsseldorf, Richtweg 11. Oberflächenkondensator, eingerichtet zur Spülung mittels zeitweiliger Erhöhung der Kühlwassergeschwindigkeit; Zus. z. Pat. 262785. 5. 12. 28.

17a, 2. B. 137730. Brown, Boveri & Cie. Akt.-Ges., Mannheim. Kältemaschine mit umlaufendem den Verdichter enthaltenden Kondensatorgehäuse. 5. 6. 28.

17g, 2. F. 62189. Autogen-Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Str. 234. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen; Zus. z. Anm. F. 57811. 1. 10. 26.

17g, 5. P. 59101. Pierre Polard, Aubervilliers, Seine, Frankreich; Vertr.: Dr.-Ing. Dr. H. Schack, Pat-Anw., Berlin C 2. Verfahren zum Fördern flüssiger Gase durch einen Pumpvorgang. 26. 11. 28. Frankreich 5. 5. 28.

17g. 5. St. 42442. Dr.-Ing. h. c. C. W. Paul Heylandt, Berlin-Britz, Gradestraße 91—107. Verfahren und Einrichtung zur Versorgung mit aus verflüssigten, bei Tieftemperatur siedenden Gasen gewonnenen Druckgasen. 21. 3. 27.

17a, 16. C. 30240. Chicago Pneumatic Tool Co., New York; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf. Vorrichtung zum Konzentrieren des in dem Kältemittel einer Kältemaschine gelösten Schmiermittels. 17. 1. 27. V. St. Amerika 15. 2. 26.

17b, 2. H. 119120. Firma Anton Hurtz, Breyell, Bez. Düsseldorf. Eiszelle. 17. 11. 28.

17b, 6. B. 135338. Antoni Ebbesen Bruun und Anders Almind Nedergaard, Aarhus, Dänemark; Vertr.: Dr. Bernhard Mathes, Hamburg 5, Böckmannstr. 1a. Kontinuierlich arbeitende, stehende Gefriermaschine für Speiseeis. 12. 1. 28.

17f, 11. J. 35894. Dr.-Ing. e. h. Hugo Junkers, Dessau, Anh. Kaiserpl. 21. Rippenrohr-Wärmeaustauschvorrichtung mit aus Blech von überall gleicher Dicke hergestellten Rippen. 26. 10. 28.

## Erteilungen.

17b, 2. 488363. Robert Lee Shipman, Bridgeport, V. St. A., Vertr.: Dipl.-Ing. G. Benjamin, Pat.-Anw., Berlin-Charlottenburg. Einrichtung zur Herstellung von Eis. 23. 1. 27. S. 78045.

17a, 1. 489191. Gabriel Zwicky, Winterthur, Schweiz; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Luftgekühlte Kompressions-Kleinkältemaschine. 24. 10. 28. Z. 17914.

17a, 4. 489192. Brown, Boveri & Cie. Akt.-Ges., Mannheim O 4. Kühlwassersteuerung für Kältemaschine mit rotierendem Kondensator. 31. 8. 28. B. 138178.

17a, 4. 489193. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Thermostatvorrichtung für Kühlschränke. 31. 3. 28. P. 57474.

17a, 6. 489194. Société Anonyme pour l'Exploitation des Procédés Maurice Leblanc-Vickers, Paris; Vertr.: Pat.-Anwälte Dr. R. Wirth, Dipl.-Ing. C. Weihe, Dr. H. Weil, M. M. Wirth, Frankfurt a. M., Dipl.-Ing. T. R. Koehnhorn und Dipl.-Ing. E. Noll, Berlin SW 11. Kältemaschine mit Flüssigkeitsverdampfung im Vakuum. 3. 2. 26. S. 82328. Frankreich 22. 12. 25.

17a, 8. 488987. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Diplom-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 26. 9. 22. P. 45884. Schweden 18. 8. 22.

17g, 5. 489076. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestr. 39. Ver-

fahren zum Adsorbieren von tief siedenden Gasen. 25. 11. 26. St. 41853.

17a, 2. 489653. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Selbsttätige Schaltvorrichtung für bedienungslos arbeitende Kälteerzeugungsanlagen. 3. 2. 27. A. 39929.

17a, 17. 489729. Chicago Pneumatic Tool Company, New York; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf. Kältemaschime mit einer Lösung von Kältemittel und Schmiermittel als Arbeitsflüssigkeit; Zus. z. Pat. 473414. 11. 11. 27. C. 40646. V. St. Amerika 30. 11. 26.

17c, 3. 489730. Braunschweigische Konservenfabrik Wilhelm Freimann & Co. K.-G., Braunschweig, Eichtalstr. 9b. Kühlvorrichtung für in Siebbehältern befindliche Waren mit einem von unten mit Kühlwasser zu speisenden, oben entleerenden Kühlgefäß. 23. 4. 29. B. 143203.

17a, 2. 490279. Marcel Audriffren, Cannes und Albert Singrün, Epinal, Frankreich; Vertr.: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Gasdicht geschlossene umlaufende Kältemaschine. 25.10.28. A. 55678. Frankreich 28. 10. 27.

17a, 8. 490280. Williams Oil-O-Matic Heating Corporation, Bloomington, V. St. A.; Vertreter: H. Neubart, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verfahren und Einrichtung zur Erzielung einer kontinuierlichen Kühlwirkung. 16. 9. 28. W. 80396.

17a, 12. 490281. Dr. Ludwig Mach, Haar b. München, Schraudolphstr. 2. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 27. 9. 27. T. 34012.

17b, 3. 480568. Geka, Gesellschaft für Kälteanlagen, Schlebusch-Manfort, und Dipl.-Ing. Moritz Pöhlmann, Köln-Mülheim, Wallstr. 112. Tiefkühlung der Einblaseluft zur Klareiserzeugung. 21. 3. 29. G. 75949.

17f, 11. 489994. Horace François Adolphe Turrettini, Genf; Vertr.: Dipl.-Ing. Dr. D. Landenberger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Einrichtung zur Erzeugung von Kälte durch Ausnutzung des Peltier-Effektes. 9. 10. 25. T. 30908.

17g, 2. 490253. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Gaskühler, insbesondere Gegenstromwärmeaustauscher für Luftverflüssigungs- und Trennungsvorrichtungen. 29. 7. 25. S. 76223.

**Löschungen.**

17a, 396881, 409015, 446012.
d, 417271, 356617.

**Versagungen.**

17c, 3. F. 64399. Kühlflüssigkeit mit tiefliegendem Gefrierpunkt. 22. 12. 27.

## Gebrauchsmuster.

**Eintragungen.**

17a. 1099405. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. 21. 12. 27. P. 48241.

17a. 1099437. Firma Ing. Hans Liewig, Berlin-Lichterfelde, Dahlemer Str. 29. Elektroautomatischer Kühler für Haus-Eisschränke. 3. 10. 29. L. 70269.

17f. 1099476. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Lösbare Befestigung des Verbindungskrümmers zwischen benachbarten Doppelrohrsträngen eines Wärmeaustauschers. 22. 11. 29. S. 76725.

17f. 1099477. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Abdichtung mittels Stopfbüchsendichtung zwischen Außen- und Innenrohr des Doppelrohrkörpers eines Wärmeaustauschers. 22.11.29. S. 76726.

17f. 1099478. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a Rh. Stopfbüchsendichtung zwischen Außen- und Innenrohr des Doppelrohrkörpers eines Wärmeaustauschers. 22.11.29. S. 76727.

17a. 1099964. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 13. 4. 27. P. 46739. Schweden 1. 2. 27.

17a. 1099965. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 13. 4. 27. P. 52364. Schweden 1. 2. 27.

17f. 1100038. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Doppelrohrelement für Wärmeaustauschzwecke mit Stopfbüchsendichtung des Innenrohres gegen den Stirnabschluß des Außenrohres. 23. 11. 29. S. 76742.

17f. 1100331. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Doppelrohrelement für Wärmeaustauschzwecke. 26. 11. 29. S. 76823.

17a. 1101112. Karl Jung, M.-Gladbach. Ueberhitzungs- und Ueberflutungsvorrichtung für Kältemaschinen. 3. 12. 29. J. 31787.

17a. 1101354. Alfred Richter, Berlin Reinickendorf-Ost, Verlängerte Koloniestraße 7—12. Kompressions-Kältemaschine. 8. 6. 29. R. 77268.

17b. 1101366. Curt Fistl, Berlin S 42, Gitschiner Str. 64. Kühlpatrone für chemische Kältemischung. 24. 10. 29. F. 61280.

17c. 1100727. Badische Wellpapierfabrik Klingele & Holfelder, Wiesloch i. B. Isoliermaterial für Kühlrohrleitungen. 21. 11. 29. B. 137933.

17f. 1101345. Akt.-Ges. Brown, Boverie & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal. Einrichtung in einer Milchkühlanlage. 4. 4. 27. A. 52020.

17a. 1101941. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 12.2.27. P. 46349, V. St. Amerika 27. 11. 26.

17a. 1101946. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 12.2.27. P.49229.

17b. 1101696. Heinrich Tommes, Wallfriedsweg 35. und Heinrich Schwarz, Katzenbruch 12, Mühlheim a. d. Ruhr, Eiszerkleinerer. 24. 9. 29. T. 33322.

17c. 1101957. Mathäus Braun, Frankfurt a. M., Holbeinstr. 31. Dichtungsleiste für Kühlschränke und Kühlkammern. 16. 7. 29. B. 135921.

17b. 1102441 C. Dirlam & Co., Solingen, Weyersberger Str. 76. Eiszelle. 12. 12. 29. D. 55994.

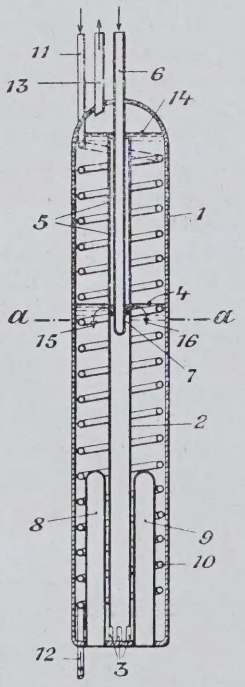
**Verlängerung der Schutzfrist**

17a 990226, 993489, 1070737, 1078873
17c 995122

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 12. 478339. Absorptionskältemaschine mit Kocherabsorber. Gebrüder Sulzer Akt.-Ges. in Winterthur, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. Dezember 1926 ab.

Der Kocherabsorber 1 ist als zylindrisches Gefäß ausgebildet. In der Mitte des Kocherabsorbers ist ein Rohr 2 angeordnet, welches im unteren Teil des Kocherabsorbers durch die Oeffnungen 3 mit dem übrigen Inhalt in Verbindung steht und in seinem oberen Teil, d. h. bis etwas unter den untersten Flüssigkeitsspiegel 4, mit Umlauföffnungen 5 (in der Abb. nicht zu erkennen) versehen ist. Die Absorptionsleitung 6 ist in das Innere des Rohres 2 eingeführt und endigt, durch kleine Oeffnungen 7 (in der Abb. nicht zu erkennen) den Uebergang vermittelnd, nur wenig unterhalb des untersten Flüssigkeitsspiegels. Die Absorptionsstelle 7 hat ein verhältnismäßig geringes Ausmaß. Die Hohlräume 8 und 9 dienen zur Aufnahme der Heizvorrichtung. Der Kühlvorrichtung 10 wird das Kühlwasser durch die Leitung 11 zu- und durch die Leitung 12 abgeführt. 13 ist die zu dem nicht gezeichneten Kondensator führende Druck- oder Austreibleitung.




Die Arbeitsweise der Vorrichtung ist folgende:

Zu Beginn des Kochens befindet sich die Flüssigkeit im Kocherabsorber auf dem Niveau 14. Sie sinkt infolge der durch die Heizung 8 und 9 zugeführten Wärme bis auf das Niveau 4, wobei die ausgetriebenen Gase durch die Druckleitung 13 in den Kondensator strömen. Durch die nach der Erfindung vorgenommene Gestaltung des Kocherabsorbers werden die ausgetriebenen Gase gezwungen, eine über den Heizstellen gelagerte Flüssigkeitssäule zu durchstreichen, die derart bemessen ist, daß das in den Gasen enthaltene Lösungsmittel zurückbehalten wird, d. h. der Kocherabsorber auch als Rektifikator wirkt.

Die Absorption der Gase, die nach Abstellen der Heizung durch die Kühlvorrichtung 10 eingeleitet wird, erfolgt durch die Saugleitung 6. Die durch die Löcher 7 aus der Saugleitung 6 austretenden Gasblasen finden, da die Absorptionsstelle nur wenig unterhalb des untersten Flüssigkeitsspiegels 4 angeordnet ist, einen geringen Widerstand und werden zuerst durch die im Innern des Rohres 2 vorhandene Lösungsflüssigkeit aufgenommen. Sie verursachen zugleich eine Strömung im Sinne der Pfeile 15 und 16, wodurch die mit Kältemittel angereicherte Flüssigkeit durch die Oeffnungen 5 in den unter der Wirkung der Kühlvorrichtung stehenden Teil des Kocherabsorbers gelangt.

Infolge der aufsteigenden Gasblasen entsteht im Rohr 2 eine Saugwirkung, durch welche die an Kältemittel arme Lösungsflüssigkeit nach Maßgabe der zu absorbierenden Gasmenge durch die Löcher 3 von der tiefsten Stelle des Kocherabsorbers angesaugt wird, so daß dem zu absorbierenden Gas ständig aufnahmefähige Lösungsflüssigkeit zur Verfügung steht und die Absorption rasch und kräftig einsetzen und durch eine geregelte Strömung aufrechterhalten werden kann.

17a, 9. 478642. Absorptions-Kälteerzeuger mit abwechselnder Heiz- und Kühlperiode. Ludwig Hirsch in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 19. März 1924 ab.

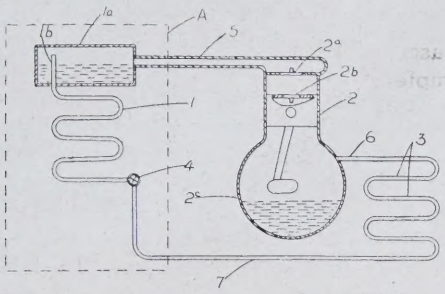
Die Erfindung besteht darin, daß die Beheizung der Apparatur in regelmäßigen Zeitabschnitten unabhängig von dem Wirkungszustand der Apparatur durch ein Dauertriebwerk mechanisch ein- und ausgeschaltet wird und die Kältekapazität der Apparatur je Periode nur einen 25 Prozent unterschreitenden Bruchteil der 24-Stunden-Kälteleistung hat, so daß die verwendete Kältemittelmenge weniger als 25 % der bisher für solche Leistungen üblichen beträgt.

17a, 8. 478657. Kontinuierlich wirkende Absorptionsmaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 13. Oktober 1927 ab. Erfinder: Edmund Altenkirch in Neuenhagen bei Berlin.

Die Erfindung zeigt einen Weg, eine gute Rektifikation des ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittels auch bei solchen Absorptionsmaschinen durchzuführen, die kein tiefer als der Gasabscheideraum liegendes Rektifikationsgefäß haben und bei denen daher die vom Absorber kommende reiche Lösung nicht zur Rektifikation verwendet werden kann. Dies wird dadurch erreicht, daß die aus dem Verdampfer abzuführende überschüssige Flüssigkeit zwecks Wärmeaustausch mit dem ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittel in ein Gefäß geleitet wird, das im Zuge der dem Absorber zuströmenden Absorptionslösung liegt, so daß die Flüssigkeit, welche die Rektifikation bewirkt hat, zusammen mit dieser Absorptionslösung in den Absorber gelangt. Die Rektifikation läßt man sich dabei zweckmäßig in demselben Raum vollziehen, in welchem sich das ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittel und die Absorptionslösung voneinander trennen, d. h. in dem Gasabscheideraum.

6 Patentansprüche.

17a, 17. 478658. Verfahren zur Kälteerzeugung. Chicago Pneumatic Tool Company in New York. Zusatz zum Patent 473414. Patentiert im Deutschen Reiche vom 25. März 1927 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 21. Jan. 1927.




Patent-Ansprüche:

1. Verfahren zur Kälteerzeugung nach Patent 473414, bei welchem das aus dem Verdampfer austretende Gemisch aus Kältemittel und Oel in einer Kammer durch Wärmezufuhr an Oel angereichert wird und dann das gasförmige Kältemittel und das flüssige Oel in einer gemeinsamen Leitung zum Kompressor geführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Kältemittel und Oel gemeinsam in das mit dem Kondensator in Verbindung stehende Kurbelgehäuse des Kompressors gelangen.

2. Kompressionskältemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kurbelgehäuse (2c) mit Vorrichtungen zur Aufrechterhaltung einer hohen Temperatur versehen ist.

17a, 8. 479670. Absorptionskühlapparat. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 10. Oktober 1926 ab. Erfinder: Sigurd Matthias Bäckström in Stockholm.

Patent-Ansprüche:

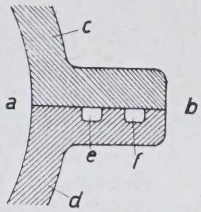
Ausschließlich durch Wärme betriebener Absorptionskühlapparat mit einem den Verdampfer und den Absorber enthaltenden Kreislauf für ein druckausgleichendes Hilfsgas und einem Kocher und Absorber enthaltenden Kreislauf für die Absorptionsflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß in einem dieser Kreisläufe oder in beiden je ein von außen einstellbares Drosselorgan (8 bzw. 16) angeordnet ist, das eine Einstellung der in den Kreisläufen umlaufenden Gas- oder Flüssigkeitsmengen zueinander ermöglicht.

17a, 16. 443024. Kältemaschine. Paul Elberding und Charles Wünnenberg in Bergedorf bei Hamburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 28. Mai 1925 ab.

Patent-Anspruch:

Kältemaschine, die mit hohem Vakuum und niedrig siedender Verdampfungsflüssigkeit arbeitet, dadurch gekennzeichnet, daß als gleichzeitiges Abdichtungs- und Schmiermittel Aethylenglykol oder eine Mischung dieses Stoffes mit Glycerin zur Verwendung kommt, welches sich mit dem Kältemittel nicht mischt, keine Verbindung mit ihm eingeht, vom ihm nicht zersetzt wird und bei tiefen Temperaturen nicht gefriert.

17a, 19. 479850. Einrichtung zur Verhütung von Lufteintritt durch die Flanschen von unter Unterdruck stehenden Teilen. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie in Baden, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 26. Juli 1927 ab.




Patent-Ansprüche:

1. Einrichtung zur Verhütung von Lufteintritt durch die Flanschen von unter Unterdruck stehenden Teilen, insbesondere von Kälteanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß in den abzudichtenden Flanschen zwei Nuten angebracht sind, von denen die eine, die innere (*e*), als Drucknut dient und mit Betriebsgas aus der Anlage angefüllt ist, und die andere, die äußere (*f*), als Absaugenut dient, in der sowohl gegenüber der Atmosphäre als auch gegenüber dem Druck in der Drucknut (*e*) ein Unterdruck unterhalten wird.

4 weitere Ansprüche.

17g, 2. 479984. Verfahren zur Beseitigung von Bestandteilen aus Gasgemischen, die beim Abkühlen derselben fest werden. Adolf Messer in Frankfurt a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 4. April 1928 ab.

Das Verfahren soll dazu dienen, aus Gasgemischen diejenigen Bestandteile zu entfernen, welche bei der Abkühlung fest werden, dadurch, daß ein beweglicher Kältespeicher, z. B. eine Kette einerseits, zwecks Kälteaufnahme den aus der Zerlegungsvorrichtung kommenden kalten Gasgemischbestandteilen und andererseits, zwecks Kälteabgabe, den der Zerlegung zu unterwerfenden, also noch warmen Gasen entgegengeführt wird, wobei aus diesen die bei ihrer Abkühlung fest werdenden Bestandteile an dem Kältespeicher niedergeschlagen und bei dessen Erwärmung verflüssigt und dadurch beseitigt werden.

17g, 4. 479985. Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H. in Berlin-Britz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 28. Dezember 1926 ab.

Patent-Anspruch:

Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase, um welches sehr poröses anorganisches Isolationsmaterial so lose gelagert ist, daß die Isolationsmasse möglichst nur ihr Eigengewicht trägt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Isolationsmasse Träger für dieselbe aus Geweben unverbrennbarer Zellstofferzeugnisse oder anorganischer Wärmeisolatoren angeordnet sind.

17a, 8. 480036. Absorptionskältemaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Februar 1928 ab. Erfinder: Edmund Altenkirch in Altlandsberg.

Gemäß der Erfindung wird die gegebenenfalls vorgekühlte arme Absorptionslösung vor ihrem Eintritt in den Absorber in Teilströme zerlegt, die dem

Absorber mit verschiedener Temperatur und an verschiedenen Stellen zugeführt werden.

Hierdurch ergibt sich eine Reihe wichtiger Vorteile. Man kann z. B. die im Absorber entwickelte Wärme dazu benutzen, einen Teilstrom der bereits abgekühlten Lösung wieder zu erwärmen und zur Bildung einer Zone besonders hoher Temperatur im Absorber zu verwenden. Dies kann von Nutzen sein, um eine besonders gute Ausnutzung der Abwärme des Absorbers zu anderen Zwecken (z. B. zum Austreiben von Gas aus einer Absorptionslösung) zu erzielen. Von besonderem Vorteil ist es jedoch, den einen der Teilströme noch stärker abzukühlen als den oder die anderen, wozu man beispielsweise das vom Verdampfer zum Absorber strömende verdampfte oder noch verdampfende Arbeitsmittel verwenden kann. Durch richtige Bemessung der Stärke des abgezweigten Teilstromes kann man die Abkühlung dieses Teils der Lösung beliebig weit treiben, während bei Anwendung des gleichen Mittels zur Vorkühlung der gesamten armen Lösung im allgemeinen nur eine geringfügige Temperatursenkung erreicht werden könnte.

Der Teilstrom der vorgekühlten Lösung, der mit dieser tieferen Temperatur an einer hierfür besonders ausgewählten Stelle des Absorbers eingeführt wird, kann z. B. bei Maschinen, die während des Betriebes entlüftet werden sollen, dazu dienen, das zu entfernende Gas besonders weitgehend vom Arbeitsmittel zu befreien. Schließlich erweist sich die Vorkühlung des Teilstromes der armen Lösung auch als vorteilhaft bei solchen Maschinen, die mit Gaszumischung bei Atmosphärendruck oder einem darüber hinausgehenden Druck arbeiten und mit der Atmosphäre durch eine Drucksicherungsvorrichtung in Verbindung stehen. Tritt bei derartigen Maschinen aus irgendeinem Grunde eine unerwünschte Gasentwicklung und demgemäß gesteigerter Ueberdruck auf, so daß überflüssiges Gas ausgestoßen wird, so kann mit Hilfe des vorgekühlten Teilstromes der armen Lösung für eine weitgehende Absorption des Arbeitsmittels gesorgt und auf diese Weise das Entweichen von Arbeitsmittel in die Umgebung auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Sehr vorteilhaft ist die Unterteilung der armen Lösung mit stärkerer Vorkühlung eines abgezweigten Teilstromes, insbesondere auch bei solchen Absorptionsmaschinen, bei denen zwischen Absorber und Verdampfer ein indifferentes, druckausgleichendes Gas umläuft. Bei solchen Maschinen ist man nämlich in der Lage, den abgezweigten Teilstrom durch das vom Verdampfer kommende Gasgemisch vorzukühlen, wodurch er zu einer besonders weitgehenden Befreiung des den Absorber verlassenden Gasgemisches vom Arbeitsmittel befähigt wird. Es wird dadurch möglich, die Kälteleistung entsprechend zu steigern oder im Verdampfer besonders tiefe Temperaturen zu erzielen.

15 Patentansprüche.

17c, 3. 480037. Kältespeicher. Dr. Leo Szilard in Berlin-Wilmersdorf. Patentiert im Deutschen Reiche vom 9. Oktober 1927 ab.

Erfindungsgemäß wird bei einem Kältespeicher, in welchem eine flüssige Substanz bei der Wärmeentziehung erstarrt (gefriert), die Entziehung großer Wärme in kurzer Zeit bei geringem Wärmegefälle dadurch erreicht, daß in jedem Wärmespeicher zwei miteinander nicht in jedem Verhältnis mischbare Flüssigkeiten in unmittelbarer Berührung stehen und daß die Verdampferschlange in der Flüssigkeit mit tieferem Schmelzpunkt liegt.

Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß die Flüssigkeit mit dem niedrigen Gefrierpunkt unterhalb derjenigen mit dem hohen Gefrierpunkt liegt, wenn die sich aus der letzteren abscheidenden Kristalle leichter sind als die Flüssigkeit, wie bei Eis. Ist dagegen das spezifische Gewicht der leichter gefrierenden Flüssigkeit größer als des der schwergefrierenden und fallen in ihr die Kristalle nach unten, so wird die schwergefrierende Flüssigkeit über der leichtgefrierenden angeordnet.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
**A. Kaufmann,** Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

## Berliner Kälte-Verein

### Bericht
### über die Monatsversammlung am 19. Nov. 1929 im Grashofzimmer des VDI-Hauses, Berlin.

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Der Vorsitzende begrüßt die Anwesenden, insbesondere die erschienenen Vorstandsmitglieder des Hauptvereins, die Herren Geheimrat Lorenz-Danzig, Direktor Heyroth-Hamburg und Oberingenieur Fischer-Stuttgart. Hierauf wird der Bericht über die Oktober-Sitzung verlesen und genehmigt. Sodann sprach Herr Dr. Cammerer über »Neue Meßergebnisse über den Wärmedurchgang durch Gebäudewände unter Berücksichtigung ihres Feuchtigkeitsgehaltes«.

Ueber die interessanten Ausführungen, die durch eine Reihe Lichtbilder ergänzt wurden, wird in der Vereinszeitschrift berichtet werden.

Zum Schlusse gibt der Vorsitzende einen kurzen Rückblick auf das am 5. November stattgefundene »Fest der Technik«.

Das anschließende gemütliche Beisammensein im Heidelberger vereinte noch lange den größten Teil der Versammlung.

Der Schriftführer: Dotterweich.

Dem vorliegenden Heft ist ein Prospekt der Firma **Dr. Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen,** beigefügt.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**2. Heft** **Berlin SW. 9, im Februar 1930** **37. Jahrgang**

Inhalt:

**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Das Berliner Osthafenkühlhaus der Kühltransit-A.-G. Von Dipl.-Ing. M. Hirsch, Frankfurt a. M. S. 21. — Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung. Von M. Rabes, Mannheim. (Fortsetzung). S. 26. — M. S. »Volkswohl«, das erste deutsche Fischereifahrzeug mit Tiefkühlanlage. Von G. Wahl und L. Baisch. S. 29. — **Zeitschriftenbericht.** S. 31. — **Bücherbericht.** S. 33. — **Kleine Mitteilungen.** S. 34. — **Patentberichte.** S. 34. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 39. — Kältetechnische Gesellschaft zu Hamburg. S. 40. — Berliner Kälte-Verein. S. 40

# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Das Berliner Osthafenkühlhaus der Kühltransit-A.-G.

Von Dipl.-Ing. M. Hirsch,
Beratender Ingenieur VBI., Frankfurt/M.

Die Kühltransit-A.-G., Leipzig-Hamburg, hat am Osthafen Berlin ein neues Kühlhaus errichtet, das Anfang August 1929 dem Betrieb übergeben wurde. Der Bau stellt die erste Etappe eines auf spätere Verdoppelung hinauslaufenden Programms dar. Im gegenwärtigen Zustand hat das Kühlhaus 48 m Länge, 30 m Breite und 55 000 $m^3$ umbauten Raum. Der Hauptbau wird durch den im Erdgeschoß untergebrachten Maschinenraum seitlich überragt. Die 7 Obergeschosse enthalten die Kühlräume, die mit trägerlosen Pilzdecken ausgebildet sind und eine Belastung von 1500 $kg/m^2$ aufnehmen. Das Erdgeschoß nimmt außer dem Maschinenraum und der weitläufigen Ladehalle auch die dem Geschäftsbetrieb der Verwaltung und der Mieter dienenden Räume auf. Zu- und Abfuhr vermittelt zusammen mit dem Schiffsverkehr eine großzügige Gleisanlage an der Wasserseite. (Abb. 1). Außerdem ist auf der Landseite (Abb. 2) eine weitläufige Rampenanlage für die Versorgung des städtischen Verbrauchs geschaffen. Zum senkrechten Verkehr dienen 3 schnelllaufende Aufzüge mit $2 \times 2{,}5$ $m^2$ Plattformgröße, je 2000 kg Tragfähigkeit, ausgerüstet mit automatischer Hebelsteuerung und Feineinstellung, ferner ein inneres Treppenhaus, zu dem bis zum endgültigen Ausbau vorläufig eine außenseitige Nottreppe hinzukommt.

Der Grundriß der Obergeschosse geht aus Abb. 3 hervor. Der Dachboden ist vorläufig verfügbar gehalten. Im Erdgeschoß befinden sich Ausbringräume von großem Ausmaß.

Der Wärmeschutz wurde in Form eines ununterbrochenen Schutzmantels mit $2 \times 10$ cm Leichtexpansit von einer Wärmeleitzahl $\lambda = 0{,}03$ ausgeführt. Er dehnt sich auch auf die Säulen und Zwischendecken aus, um unerwünschten Wärmeaustausch und unliebsames Beschlagen zu vermeiden.

Ueber die Einzelheiten der unter der beratenden Mitarbeit des Verfassers geschaffenen Kühlanlage sei im folgenden berichtet:

**Verdichter.** Bei der Unterteilung der Kältemaschinenanlage (Abb. 4) galt es, größte Wirtschaftlichkeit mit höchster Sicherung zu verbinden und hierbei gleichzeitig die geplante Erweiterung des Kühlhauses zu berücksichtigen. Zur Aufstellung gelangten drei Einheiten, zwei mit einer Leistung von je 585 000 kcal/h, die dritte mit einer Leistung

Abb. 1. Berliner Osthafen-Kühlhaus (Wasserseite).

von 280000 kcal/h bei einer Manometeranzeige von $-10^0$ und $+35^0$. Mit einer Betriebszeit, die bei den ungünstigsten Außenverhältnissen täglich 16 Stunden nicht überschreitet, genügt diese Anlage, um:

1. bei nur teilweiser Belegung mit dem kleinen Verdichter allein,
2. bei voller Belegung mit einem der großen Verdichter,
3. nach dem Ausbau bei voller Belegung mit den beiden großen Verdichtern

die gesamten Kühlräume auf einer Temperatur von $-10^0$ zu halten. Auf diese Weise steht vorläufig stets einer der beiden großen Verdichter in Bereitschaft. Für den späteren Ausbau ist Austausch des kleinen Verdichters gegen einen großen ins Auge gefaßt.

Um über diese Möglichkeiten hinaus die Leistung regeln zu können, sind die Verdichterzylinder auf jeder Seite ausschaltbar gehalten. Die Notwendigkeit, hiervon Gebrauch zu machen, kann eintreten, wenn bei verhältnismäßig schwacher Belegung, ungünstigen Außenverhältnissen und Einbringung von Kühlgut mit hoher Temperatur der gesamte Kältebedarf zeitweise niedrig ist, man die Kälteleistung jedoch nicht auf wenige Stunden verteilen darf, ohne wegen der Speicherwirkung von Bau und Kühlgut unzulässige Temperaturschwankungen in Kauf nehmen zu müssen.

Das Kühlhaus soll in erster Linie der Einlagerung von Eiern dienen und faßt alsdann insgesamt 75 Millionen Stück. Daneben ist die Möglichkeit vorgesehen, beliebiges Kühlgut, also auch Gefriergut, aufzunehmen, wovon sich 8000 t lagern lassen. Je nach dem Verwendungszweck schwankt daher die Raumtemperatur zwischen $0^0$, $-10^0$ und gegebenenfalls auch nach oben bis $8^0$. In Rückwirkung verändert sich die Verdampfungstemperatur zwischen etwa $-10^0$ und $-25^0$. Es war von vornherein nicht zu übersehen, ob im Betrieb hohe oder tiefe Temperaturen vorwiegen werden und deshalb nötig, Vorsorge dafür zu treffen, daß die Anlage in beiden Fällen wirtschaftlich bleibt. Dies wird dadurch erreicht, daß die Verdichter in Verbundwirkung arbeiten und ihr Hubraumverhältnis so gewählt ist, daß auch bei hoher Verdampfungstemperatur unter Beibehaltung der Verbundwirkung die unvermeidlichen Strömungsverluste zwischen Hoch- und Niederdruckstufe durch den Arbeitsgewinn noch übertroffen werden. Unter diesen Verhältnissen kommen neben der Arbeitsersparnis die Betriebsvorteile der Verbundverdichtung — niedrige Verdichtungstemperaturen, daher Sicherheit der Schmierung und Ausschluß von Zersetzungsmöglichkeiten und hoher Lieferungsgrad, fast unabhängig von Temperaturschwankungen — voll zur Geltung.

Die beiden Seiten der Verdichterzylinder haben getrennte Saugleitungen, die an die beiden Verdampfergruppen angeschlossen sind und daher mit verschiedenen Temperaturen arbeiten können. Dieser Grundsatz ist bei der gesamten Anlage durchgeführt, sodaß nicht nur in verschiedenen Stockwerken verschiedene Temperaturen gehalten werden können, sondern auch die Sole zu den einzelnen Stockwerken mit verschiedener Temperatur gefördert und daher bald dem einen, bald dem anderen Verdampfer entnommen wird. Der Grund für die Schaffung zweier Kühlnetze lag nicht nur in dem Leistungs- und Kraftgewinn, der sich hierbei — verglichen mit der Anwendung einer einzigen, den kältesten Räumen entsprechenden Soletemperatur — ergibt, sondern auch in warentechnischen Rücksichten. Wird nämlich für die Kühlung verhältnismäßig warmer Räume Sole mit sehr tiefer Temperatur angewandt, so ergibt sich der Luftfeuchtigkeitsgrad leicht niedriger, als mit Rücksicht auf die Vermeidung von Gewichtsverlusten erwünscht ist.

Die Verdichter haben Doppeldifferentialkolben, die großen 450/260 mm Durchmesser, 500 mm Hub, der kleine 370/220 mm Durchmesser, 400 mm Hub. Die Drehzahl beträgt bei den großen Verdichtern 170, bei dem kleinen 155 UpM.

Alle drei Verdichter arbeiten zwischen den beiden Stufen auf eine Mitteldruckflasche. Die Zwischenkühlung erfolgt durch Einspritzung von flüssigem Ammoniak in die gemeinsame Druckleitung der ersten Stufe. Um eine Ueberfüllung der Mitteldruckflasche und anschließende Gefährdung der Verdichter zu vermeiden, ist ein Flüssigkeitsstand angebracht, der die Flüssigkeitshöhe an einer Quecksilbersäule mißt.

Die für die Verdichter geforderte Gewähr lautete: Leistung jedes der beiden großen Verdichter 585000 kcal/h bei einer Manometeranzeige von $-10^0$ auf der Saug-, $35^0$ auf

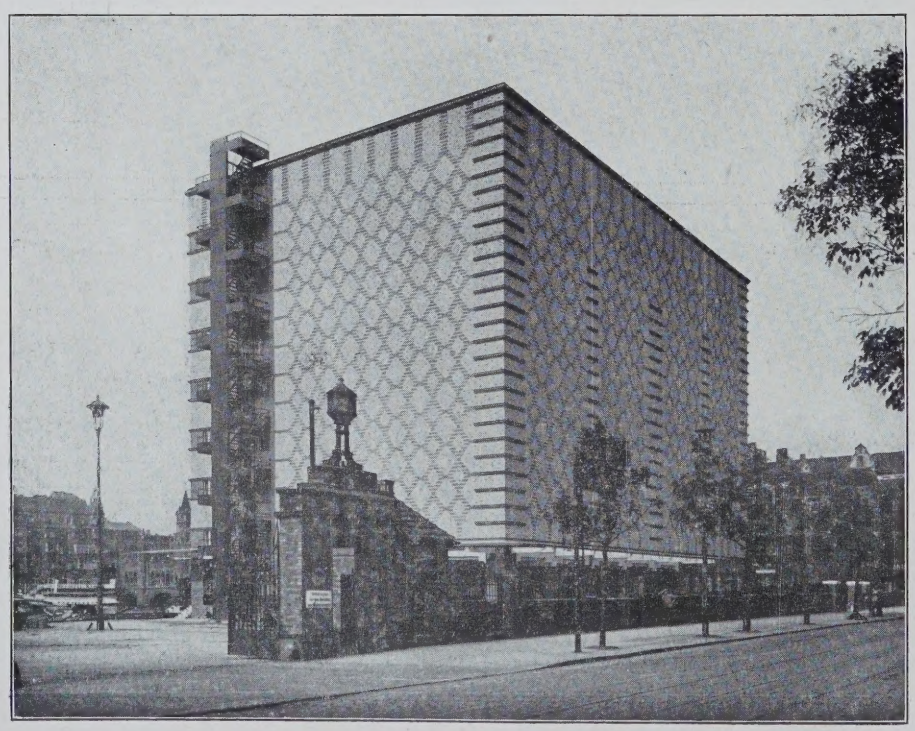
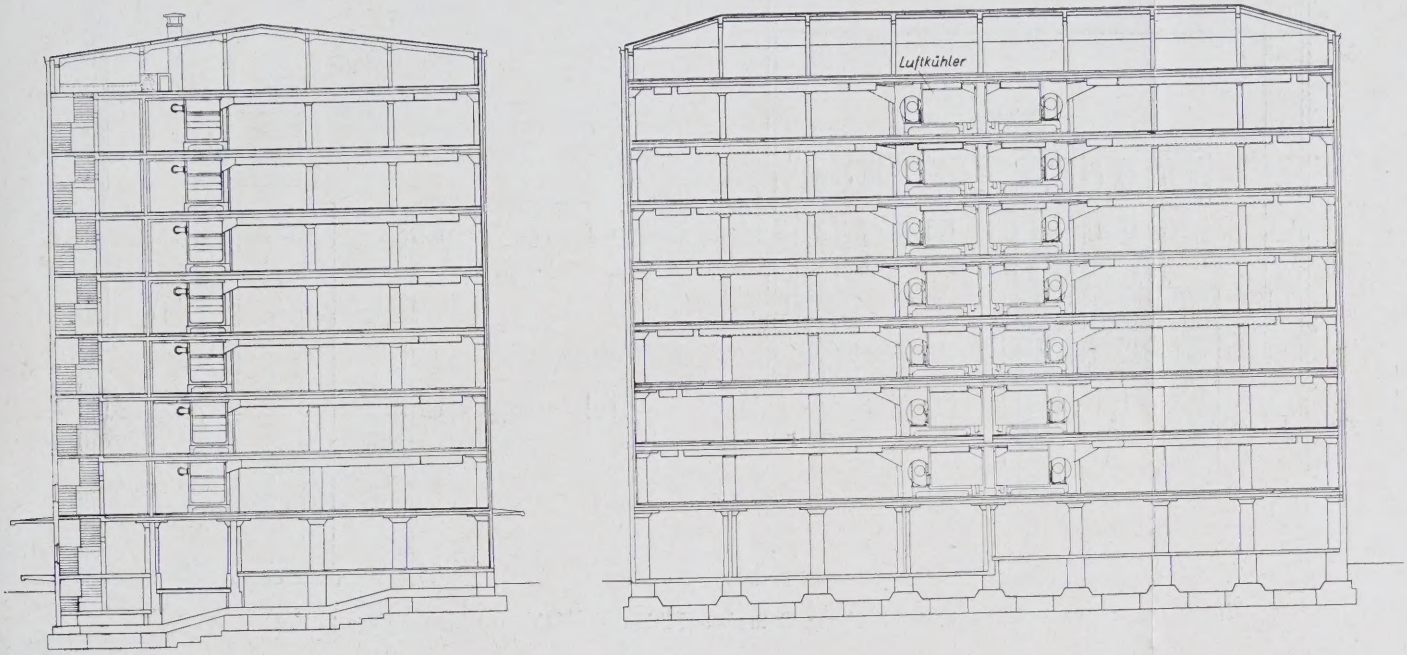


Abb. 2. Berliner Osthafen-Kühlhaus (Landseite).

der Druckseite, Ansaugen von um nicht mehr als 5° überhitzten Dämpfen und 25° Ammoniakflüssigkeits-Temperatur vor dem Regler, bzw. 315000 kcal/h bei einer Manometeranzeige von —25° auf der Saugseite und im übrigen gleichen Verhältnissen. Für den kleinen Verdichter: 280000 kcal/h bei —10° am Saugmanometer, bzw. 150000 kcal/h bei —25° am Saugmanometer und im übrigen den gleichen Temperaturen wie oben.

Der Antrieb der Verdichter erfolgt durch unmittelbaren Riemenantrieb mit Spannrolle vermittels 6000 Volt-Motoren von 221 bzw. 110 kW. bei 980 UpM. Zur Kompensierung der Motoren dienen 2 Phasenschieberaggregate.

**Ammoniakverflüssiger.** Die Ammoniakverflüssigeranlage (Abb. 4) ist mit Rücksicht auf Vollreserve in zwei gleiche Gruppen zerlegt und so bemessen, daß bei einer Verflüssigungsleistung von



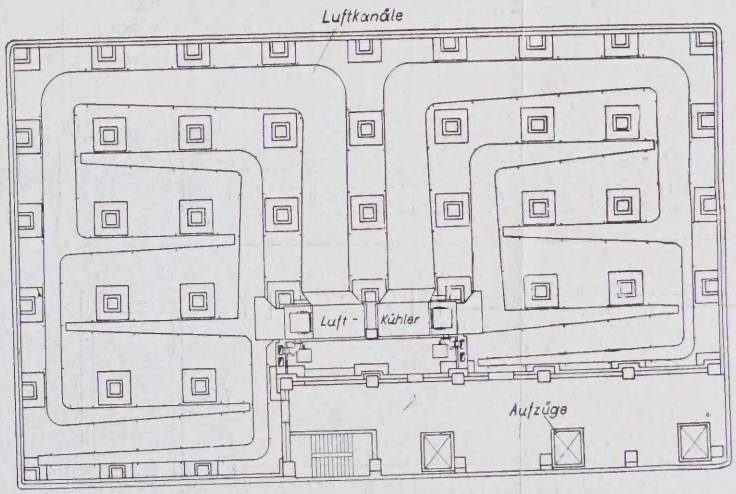




Abb. 3
Berliner Osthafen-Kühlhaus
Grundriß und Aufriß der Kühlräume

Der Leistungsverbrauch sollte hierbei für jeden der großen Verdichter 207, bzw. 179, für den kleinen Verdichter 100, bzw. 85 PSi, die Leerlaufsarbeit für jeden der großen Verdichter 39, für den kleinen 23 PS nicht überschreiten.

Mit Rücksicht auf die vorauszusehende Notwendigkeit der Umrechnung sollten Leistungs- und Bedarfszahlen mit 10% Lizenz gelten.

Bei den unter Leitung des Verfassers durchgeführten Abnahmeversuchen wurde die Leistungszusage als erfüllt nachgewiesen, die Bedarfszusage übertroffen.

1100000 kcal/h, 200 m³/h mit 24° zulaufendem Kühlwasser, 100° Eintrittstemperatur des gasförmigen Ammoniaks und 30 grädiger gesättigter Außenluft die Verflüssigungstemperatur 34°, die Unterkühlungstemperatur 30° nicht überschreitet. Jede Verflüssigergruppe hat drei Elemente mit senkrechten Rohrgittern. Bei dieser Ausbildung wird die geforderte Leistung mit einer gesamten Außenkühlfläche von 414 m² erreicht. Der Kühlwasserversorgung dienen 3 Elektrokreiselpumpen von je 75 m³ Stundenleistung, die aus der Spree saugen.

**Ammoniakverdampfer.** Die beiden für verschiedene Temperaturen vorgesehenen Verdampfer-

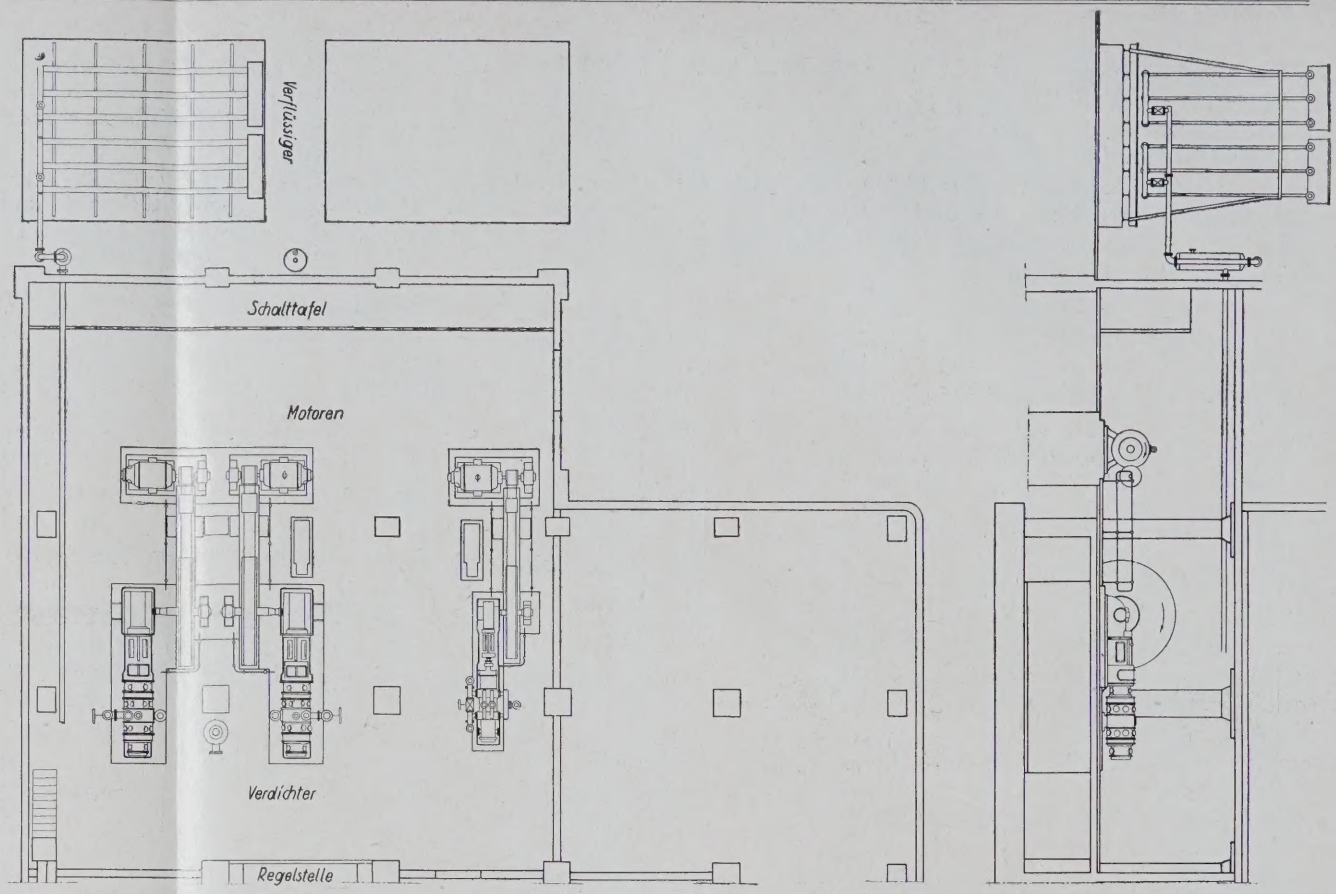



Abb. 4. Berliner Osthafen-Kühlhaus. Kältemaschinenanlage.

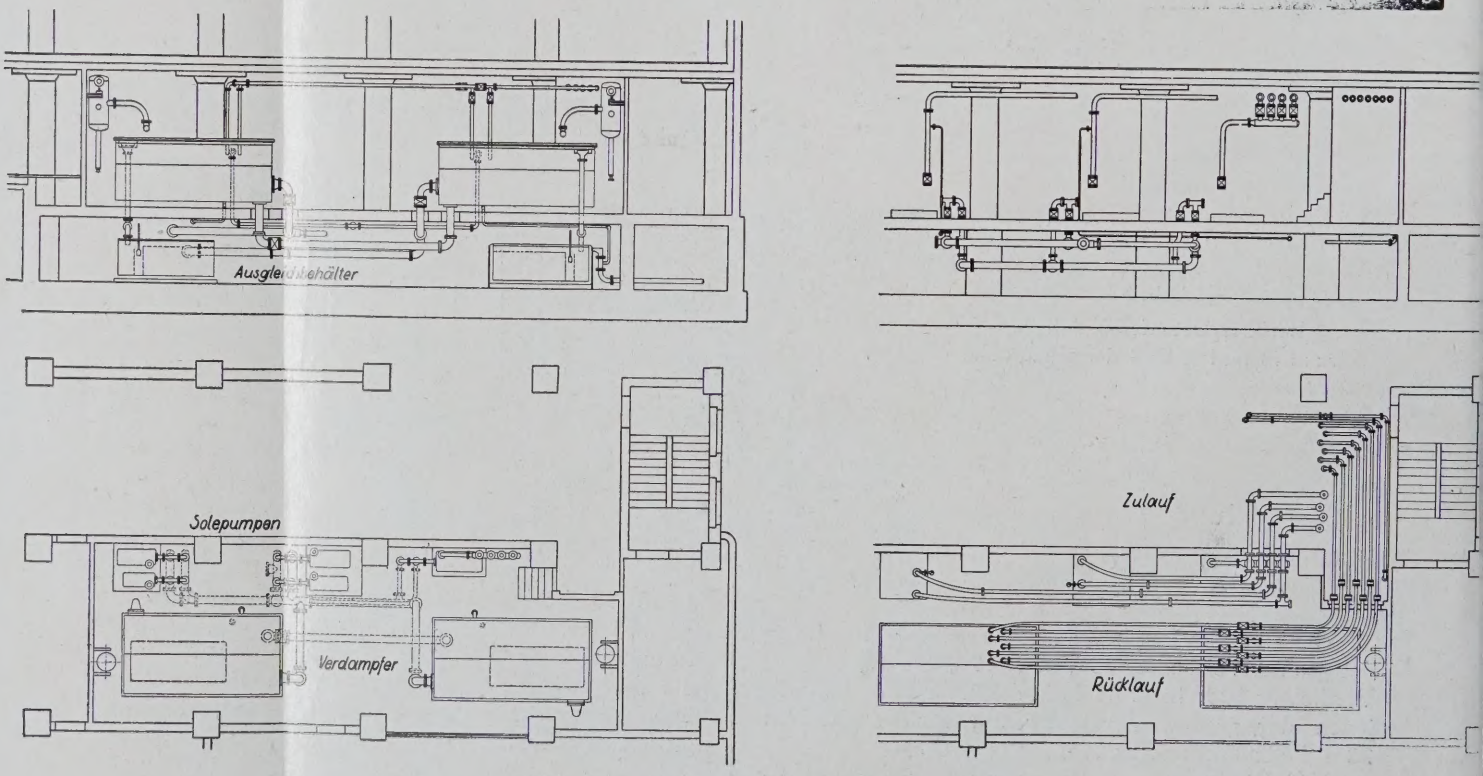



Abb 5. Verdampfer und Soleleitungen.

gruppen (Abb. 5) mußten Sicherheit dafür bieten, daß die Schwankungen zwischen Stillstand und Betrieb, die bei den großen über die einzelnen Luftkühler verteilten Solemengen auftreten, aufgenommen werden konnten, ohne daß Soleverluste vorkommen oder die Kühlfläche teilweise unwirksam wird. Zu diesem Zwecke befinden sich unterhalb der Verdampfer Ausgleichbehälter, die gleichzeitig als Lösebehälter

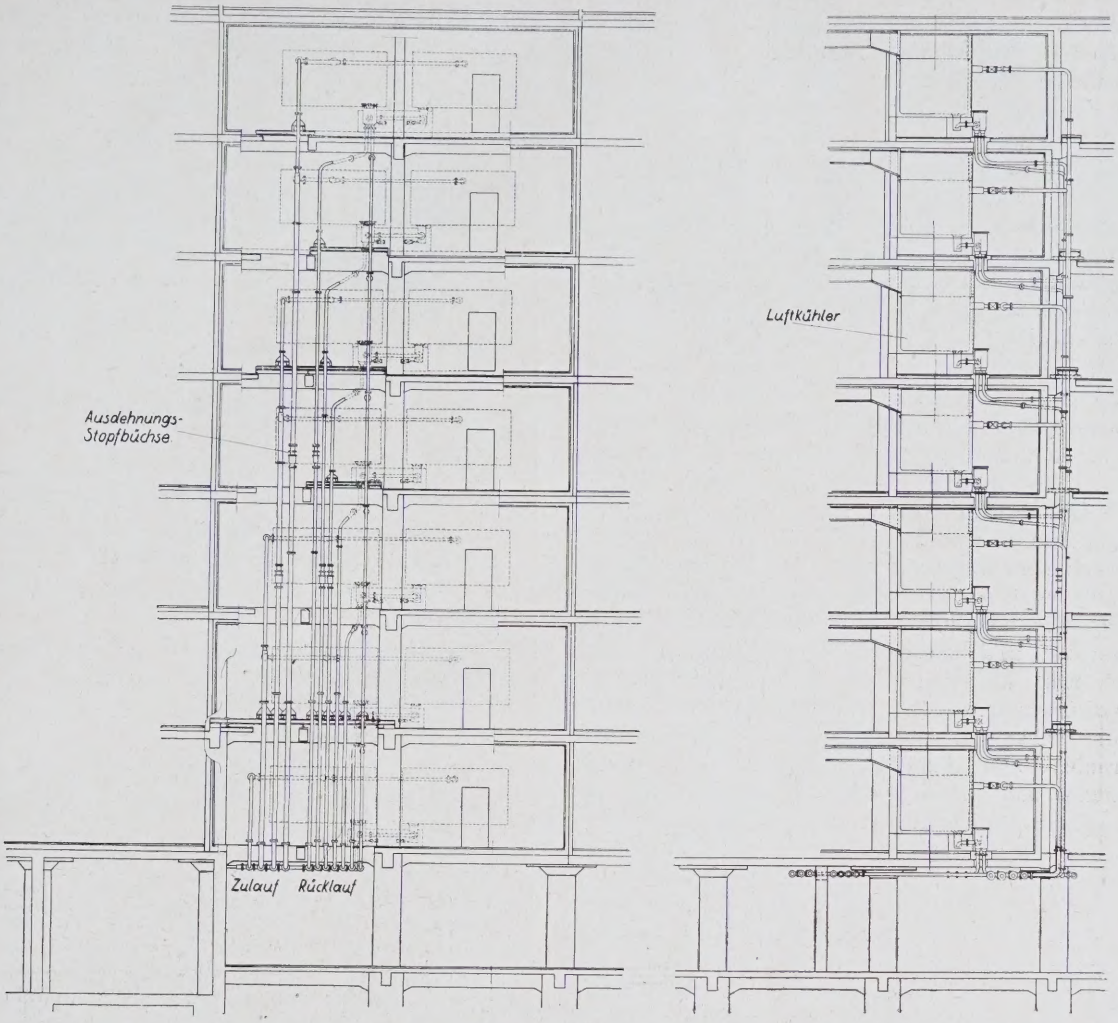



Abb. 6. Anordnung der Luftkühler und der Soleleitungen.

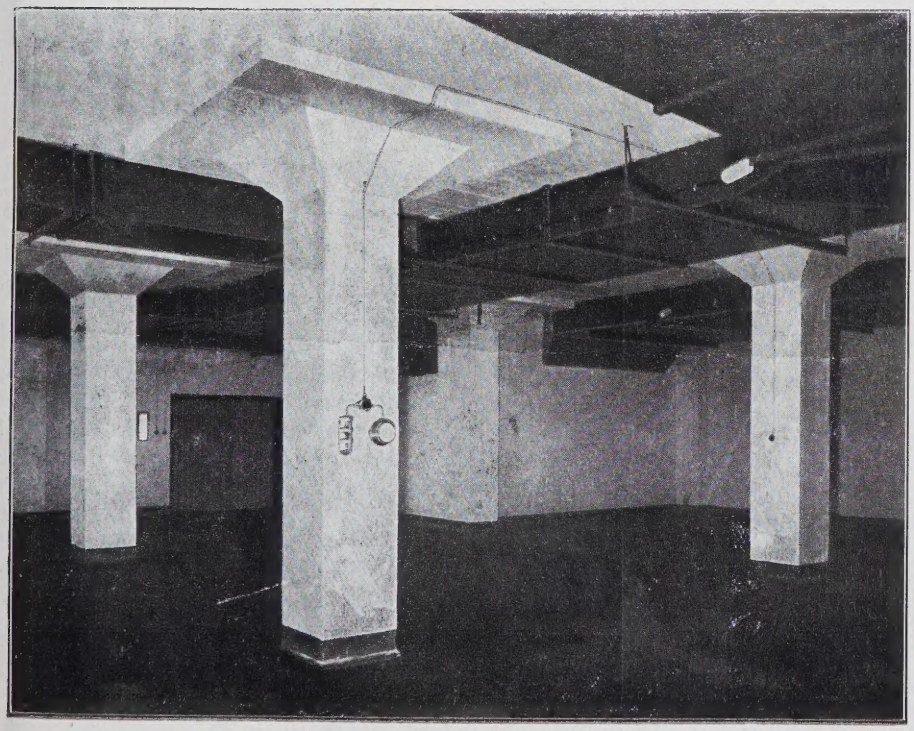


Abb. 7. Kühlraum.

für die Sole dienen. Die Verdampferkühlsysteme arbeiten mit Ueberflutung und ergeben mit einer Außenkühlfläche von je 133 $m^2$ eine Leistung von je 450000 kcal/h bei einem Temperaturgefälle von $5^0$ zwischen verdampfendem Ammoniak und austretender Sole.

**Luftkühler.** In jedem der 7 Obergeschosse befinden sich (Abb. 3 und 6) 2 Apparate, ausgebildet als Naßluftkühler mit Raschigringen. Jeder Kühler leistet 55000 kcal/h bei einer Soletemperatur von $-20^0$ am Eintritt, $-15^0$ am Austritt und einer Lufteintrittstemperatur von $-10^0$. Je ein Elektrolüfter bringt 30000 $m^3$/h zwischen Luftkühler und Kühlraum zum Umlauf. Die Antriebsmotoren leisten 10 PS bei 560 UpM und haben Doppelkäfigläufer für Sterndreieckschaltung. Sie sind, ebenso wie alle übrigen Motoren für die Hilfsantriebe, an das

380 Volt Niederspannungsnetz angeschlossen, das von der eigenen Umformerstation ausgeht. Die Luft wird innerhalb der Kühlräume durch hölzerne Kanäle verteilt, deren Führung sich bei der trägerlosen Decke besonders einfach gestaltet. (Abb. 3 und 7). Im Hauptdruckkanal eines jeden Kühlraumes ist eine elektrische Temperiervorrichtung zur beliebigen Regelung des Luftfeuchtigkeitsgrades eingebaut. Eine im Maschinenraum stehende Ozonanlage mit Verteilungsleitung nach sämtlichen Kühlräumen dient der Herstellung und Erhaltung einwandfreier Luftbeschaffenheit.

**Soleverteilungsnetz.** Das System der Soleverteilung ist in Abb. 5 und 6 dargestellt. Vier im Verdampferraum untergebrachte Solepumpen arbeiten auf vier Druckleitungen, von denen je eine nach dem 1., bzw. 2. und 3., bezw. 4. und 5., bzw. 6. und 7. Obergeschoß führt. Eine fünfte Pumpe dient als gemeinschaftliche Reserve und ist an sämtliche Druckleitungen angeschlossen. Da bei der Eigenart der angewandten Luftkühler die gesamte Förderleistung der Solepumpen als Verlustleistung zu betrachten ist, und zudem das Wärmeaequivalent ihrer Arbeit sich als Kühlverlust äußert, galt es, den Energieverbrauch auf das geringste Maß herabzuziehen. Deshalb wurde die geschilderte Unterteilung vorgeschrieben und dadurch vermieden, die gesamte Solemenge auf einen Druck zu bringen, der den ungünstigen Bedingungen des 7. Obergeschosses entsprach. Wie erheblich der erzielte Vorteil ist, geht daraus hervor, daß die vier Solepumpen 4,9 bzw. 9,2 bzw. 13,1 bzw. 17,6 kW, d. i. im Mittel 11,2 statt 17,6 kW verbrauchen. Das bedeutet eine Gesamtersparnis von über 25 kW und eine Verringerung des Kälteverlustes um etwa 16 000 kcal/h, die bei den tiefen Temperaturen recht bedeutsam erscheint. Bei den Rücklaufleitungen wurde noch weiter gegangen und jedes Stockwerk mit einem eigenen Rücklaufstrang ausgestattet, um ein Ueberlaufen der Sole durch Stauwirkung zu verhindern. Dem freien Niederfallen der rücklaufenden Sole wird durch Drosselscheiben vorgebeugt, die im Verdampferraum angeordnet sind und gleichzeitig zur Messung des Staudruckes und Beurteilung der rücklaufenden Solemenge benutzt werden. Um der Ausdehnung der Steig- und Fallrohre Rechnung zu tragen, sind die Stränge, die zum 3. bis 7. Obergeschoß führen, mit Ausdehnungsstopfbüchsen versehen. Wie erwähnt, sind die Solepumpen nach Bedarf an den einen oder anderen Verdampfer zu schalten. Eine Ausgleichleitung zwischen den beiden Verdampfern sichert gleichen Solestand in beiden.

**Betriebssicherung.** Für die Ausgestaltung der Gesamtanlage war dem Verfasser von der Bauherrin die vorbildliche Parole gegeben worden, ohne Rücksicht auf Kosten jede Möglichkeit auszunutzen, um den Betrieb sicher und wirtschaftlich zu gestalten. Diese Anweisung findet sich verwirklicht in einer nahezu verschwenderischen Ausbildung der Apparatur zur Beobachtung und Sicherung. An dieser Stelle können nur die wichtigsten aufgezählt werden:

Sicherheitsventil mit Umführungsleitung an jedem Verdichterzylinder,

Auslösevorrichtung für die Hauptmotoren durch Druckknopf.

Elektrische Fernthermometeranlage, die gestattet, im Maschinenraum die Wassertemperaturen an Verflüssiger, Soletemperaturen in den Verdampfern, Lufttemperaturen in allen Kühlräumen und im Freien, Luftfeuchtigkeit in allen Kühlräumen und im Freien abzulesen,

Meldeanlage für Lauf und Stillstand der 14 Lüfter,

Warnungsanlage bei zu hohem Verflüssigungsdruck und zu hohem Solestand,

Kohlensäurelöschanlage für alle Kühlräume.

Von selbstschreibenden Apparaten ist in weitestem Maße Gebrauch gemacht, u. a. für die laufende Aufzeichnung der Kälteleistung.

Mit der Hauptlieferung wurden folgende Firmen betraut:

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G. Wiesbaden: Gesamte Kältemaschinenanlage

Grünzweig & Hartmann G. m. b. H., Ludwigshafen am Rhein: Gesamter Wärmeschutz

Sachsenwerk Licht- und Kraft-A. G., Niedersedlitz: Motoren

AEG Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Umformer, Kabel- und Lichtanlage

Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn, Nürnberg: Aufzüge

Vereinigung Deutscher Pumpenfabriken G. m. b. H. Borsig-Hall, Berlin: Kühlwasserversorgung.

Die baulichen Arbeiten wurden nach dem Entwurf des Herrn Baurat Pusch, Dresden, durch die Hoch- und Tiefbau A. G., Breslau, Filiale Berlin, ausgeführt. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß der restlose Erfolg des Werkes vor allem auch der Erfahrung zu danken ist, die Herr Direktor Fritz Kroch von der Kühltransit A. G., Leipzig, für die maßgebenden Entscheidungen zur Verfügung stellte.

# Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung

Von M. Rabes, Mannheim.

(Fortsetzung.)

## Die Claude-Maschine mit einfacher Expansion

In dem Gegenströmer der Claude-Maschine wird die verdichtete Luft zunächst gekühlt und bei tieferen Temperaturen in zwei Ströme geteilt (Abb. 7). $z_1$ kg strömen zum Expansionszylinder; ihre Temperatur sinkt durch die Ausdehnung beträchtlich. Sie werden dann zum Gegenströmer zurückgeführt und kühlen die zurückgebliebenen $(1 - z_1)$ kg. Die $(1 - z_1)$ kg werden durch ein Drosselventil entspannt und verflüssigen sich hierbei teilweise. $z$ kg flüssige Luft werden entnommen, $(1 - z_1 - z)$ kg strömen durch den Gegenströmer zurück, steigern die Kühlwirkung der durch den Expansionszylinder geführten Luft und erwärmen sich zusammen mit dieser auf Umgebungstemperatur. Man findet aus der Wärmebilanz, die über den gesamten Gegenströmer erstreckt wird, für $z$ den Ausdruck

$$z = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_1'} + z_1 \cdot \frac{i_{2a} - i_{1b}}{i_1 - i_1'} = \\ = c + z_1 \cdot d \qquad (1)$$

Der Arbeitsaufwand zur Verflüssigung von 1 kg Luft ergibt sich zu

$$\frac{AL}{z} = \frac{AL_L - z_1 \cdot AL_e}{z},$$

$$= \frac{T_u\ (s_1 - s_2)}{z} - (i_1 - i_1') \qquad (18)$$

Da $z$ bei gegebenem $p_2$ die einzige Veränderliche in (18) ist, folgt, daß der niedrigste Arbeitsaufwand mit dem größtem zulässigen $z$ erzielt werden kann, und daß nach (17) bei gegebenem Expansionsgefälle ($d$ = const.) das größte $z$ durch den größten zulässigen $z_1$-Wert festgelegt wird.

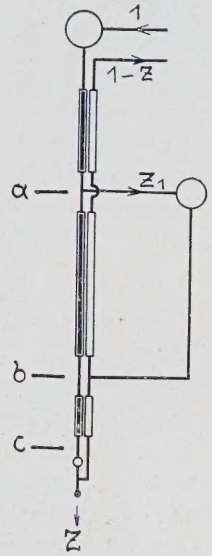



Abb. 7.

Ein Eingehen auf eine Gleichung, die man erhält, wenn man eine Wärmebilanz für den Gegenströmerteil, der unterhalb $b$ liegt, niederschreibt, zeigt, daß bei konstant gehaltenem $i_{1b}$ die $z_1$ bzw. $z$ am größten werden, wenn die Temperatur $T_{2b}$ der Temperatur $T_{1b}$ gleich ist, zeigt aber auch, daß diese Bedingungen nur in einem gewissen Bereich erfüllt werden können, weil sich bei größeren Arbeitsgefällen ($i_{2a} - i_{1b}$) die Temperaturlinien im Teil $\overline{ab}$ überschneiden würden. In diesem Fall sind die größten zulässigen $z_1$ und $z$ durch Prozesse, bei welchen sich die Temperaturlinien berühren, festgelegt. Wir betrachten daher einen beliebigen zwischen $a$ und $b$ gelegenen Querschnitt $x$. Sollen sich dort die Temperaturlinien berühren, so muß man Neigung und Lage durch zwei Gleichungen vorschreiben. Die Neigung der Temperaturlinien im Querschnitt $x$ ist gleich, wenn

$$c_{p_{2x}}\ (1 - z_1) = c_{p_{1x}}\ (1 - z) \qquad (19)$$

ist. Die Temperaturlinien berühren sich, wenn die Temperatur $T_{2x}$ gleich der Temperatur $T_{1x}$ ist. Damit sind auch $i_{2x}$ und $i_{1x}$ gegeben. Man kann diese Werte in die Wärmebilanz für den Austauscherteil unterhalb Querschnitt $x$ einsetzen und findet

$$i_{2x}\ (1 - z_1) + z_1 \cdot i_{1c} = (1 - z)\ i_{1x} + z \cdot i_1' \qquad (20)$$

Durch Vereinigen beider Gleichungen erhält man unter Elimination von $z$ für $z_1$

$$z_1 = \frac{(i_{1x} - i_1')\dfrac{c_{p_{2x}}}{c_{p_{1x}}} - i_{2x} + i_1'}{(i_{1x} - i_1')\dfrac{c_{p_{2x}}}{c_{p_{1x}}} - i_{2x} + i_{1b}} \qquad (21)$$

und unter Elimination von $z_1$ für $z$

$$z = \frac{(i_{1b} - i_{2x})\dfrac{c_{p_{2x}}}{c_{p_{1x}}} + i_{1x} - i_{1b}}{(i_{1b} - i_{2x})\dfrac{c_{p_{1x}}}{c_{p_{2x}}} + i_{1x} - i_1'} \qquad (22)$$

Für eine gegebene Temperatur $T_x$ und einen gegebenen Druck $p_2$ sind auf der rechten Seite der Gleichung sämtliche Werte mit Ausnahme von $i_{1b}$ bestimmt. Man wird deshalb, um alle zulässigen $z$-Werte zu ermitteln, bei konstant gehaltenem $i_{1b}$ sämtliche Lagen, in denen sich die Temperaturlinien berühren, feststellen und das Gleiche für verschiedene $i_{1b}$-Werte

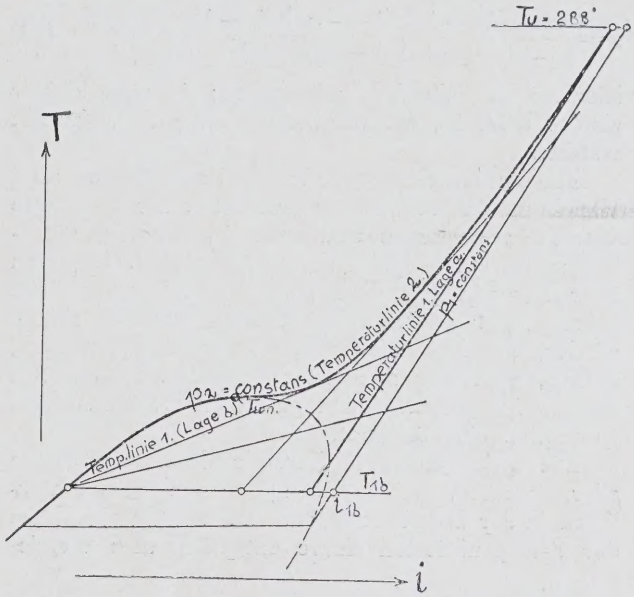



Abb. 8.

wiederholen. Die Temperaturlinie der Hochdruckluft ist im $T$-$i$-Diagramm in Gestalt der Isobare 2 gegeben. Die Temperaturlinie 1 kann man, für höhere Werte sehr genau, durch eine Gerade ersetzen. Man denke sich nun Temperaturlinien 1 und 2 in sich fest und lasse die Gerade 1 auf der Kurve 2 abwälzen, dann muß man bei dieser Bewegung alle Lagen, in denen sich 1 und 2 berühren können, durchlaufen. Anfangspunkt der Bewegung sei die Lage $a$ (Abb. 8), tangentiale Berührung am oberen Ende des Austauschers, $T_x = T_u$. Infolge der Walzbewegung wird der Querschnitt $x$, in dem die Berührung stattfindet, sinken, bis der untere Endpunkt der Temperaturlinie 1, der sich auf der Linie $T_{1b}$ = const. waagerecht von rechts nach links bewegt, auf die Isobare 2 trifft (Lage $b$). Man hat bei der Lage $b$ die zwei Fälle zu unterscheiden, daß die Temperatur $T_{1b}$ größer oder kleiner als die Temperatur $T_{wn}$ des Wendepunktes der Isobare 2 ist. Wenn $T_{1b} > T_{w_2}$, berührt die Temperaturlinie 1 nur im Querschnitt $x$ ($T_{1b} = T_{1x}$) die Temperaturlinie 2 tangential; ist aber $T_{1b} < T_{w_2}$, so berühren sich die Temperaturlinien zweimal im Gegenströmerteil $\overline{ab}$. Der erste (nicht tangentiale) Berührungspunkt liegt im Querschnitt $b$ und der zweite (tangentiale) in einem oberhalb des Wendepunktes liegenden Querschnitt $x$.

Im weiteren Verlauf der Bewegung denken wir uns die Temperaturlinie 1 um den Punkt $i_{2b}$ gedreht. Bei dieser Bewegung tritt unterhalb des Querschnittes

$b$ kein Schneiden der Temperaturlinien ein, denn die Temperaturlinie 1 verläuft dann steiler, weil sich in $b$ die strömende Menge ändert.

In dem Bereich, der sich von Lage $a$ bis Lage $b$ erstreckt, werden die $z_1$ und $z$ nach (21) und (22) berechnet, dann in (17) eingesetzt und der Faktor $d$ in (17) bestimmt. $d$ wird nach $i_{2a}$ aufgelöst; $(i_2 - i_{1b_{ad}})$, das adiabatische Wärmegefälle, aus dem $T$-$s$-Diagramm entnommen und damit schließlich der Wirkungsgrad $\eta$ errechnet.

Für den zweiten Teil der Bewegung, der sich an die Lage $b$ anschließt, erhält man für $z$ den Ausdruck:

$$z = \frac{(i_{2b} - i_{1b})\ (i_{2a} - {}_{1b} + ii_1 - i_2)}{(i_1 - i_1')\ (i_{2b} - i_{1b}) - (i_{2a} - i_{1b})\ (i_{1b} - i_1')} \qquad (23)$$

Hierin ist $i_{2b}$ durch $T_{1b}$ bestimmt; $i_{2a}$ muß kleiner als der Wert $i_{2a_1}$ der der Lage $b$ entspricht, gewählt werden.

Für den Druck $p_2 = 40$ ata sind nach diesen zwei Verfahren die Verflüssigungsziffern $z$ für konstante Werte $i_{1b}$ errechnet und über $i_{2a}$ (Abb. 9) aufgetragen worden. Die Kurven $i_{1b} = \text{const.}$ beginnen über $i_{2a} = i_{1b}$ mit dem Wert $z = c$ $(q_e = o)$. Sie nehmen mit größeren Werten $i_{2a}$ zu und sinken wieder, wenn sie sich dem Wert $i_{2a} = i_2$ $(T_{2a} = 288^0)$ nähern, weil hier $z_1$ stärker abstimmt. Außer den Kurven $i_{1b} = \text{const.}$ sind noch Linien $z_1 = \text{const.}$ und $\eta = \text{const.}$ eingezeichnet.

Die strichpunktierte Kurve enthält die $z$-Werte aller Prozesse, bei welchen sich die Temperaturlinien in der Lage $b$ befinden. Die auffallende Spitze der strichpunktierten Kurve entspricht dem Wendepunkt der Isobare 2, den von dieser Spitze ausgehenden, nahezu geradlinigen Zweig schneiden die Kurven $i_{1b}$, für welche $T_{1b} < T_{2wn}$; ihm entsprechen also sämtliche Prozesse, bei welchen sich die Temperaturlinien zweimal im Teil $ab$ berühren. Der andere Zweig der Kurve, der Bogen, stellt die Werte $z$ aller Prozesse, deren Temperaturlinien tangential im Querschnitt $b = x$ einlaufen, dar.

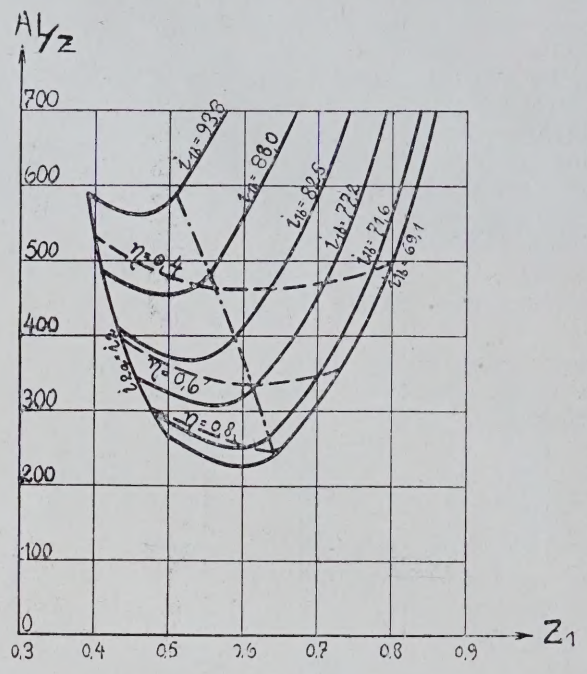



Abb. 10

Die höchsten Werte $z$ für jede Kurve $\eta = \text{const.}$ liegen auf dem steilen Zweig der strichpunktierten Kurve. Es fordert also bei konstantem Wirkungsgrad der Prozeß die niedrigste Arbeit, bei welchem die Temperaturdifferenzen im Austauscherteil $ab$ zweimal, im ganzen Austauscher also (oberes Ende) dreimal gleich Null werden. Man kann nun zeigen, daß eine Vorkühlung diesen geringsten Arbeitsaufwand vermehren muß.

$z$ und $z_1$ liegen durch (22) und (21) fest. Durch Anbau der Kühlschlange einer Kältemaschine würde die zusätzliche Wärme $q_k$ der Luft entzogen.

Sollen keine Kälteverluste entstehen, so müßte die im Expansionszylinder geleistete Arbeit verringert werden; der Arbeitsaufwand würde steigen. Sollte jedoch $q_e$ nicht verkleinert werden, so müßte im Beharrungszustand $q_L$ kleiner werden, die Luft verließe mit niedrigerer als Umgebungstemperatur den Austauscher, Kälte würde verloren gehen und damit der Arbeitsaufwand $AL/z$ steigen.

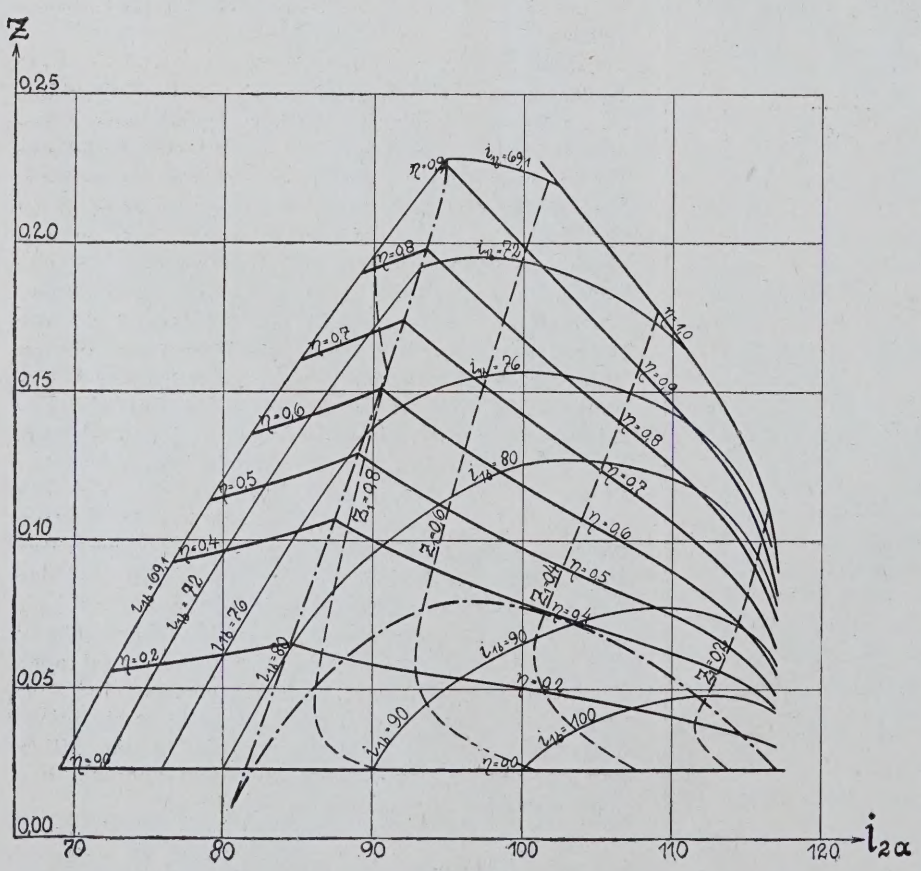



Abb. 9

Abb. 10 stellt den Arbeitsaufwand $AL/z$ bei einem Kompressionsdruck $p_2 = 200$ ata in Abhängigkeit von $z_1$ dar. Auch bei diesem hohen Druck fallen für $\eta > 0{,}4$ die Maxima der Kurven $\eta = \text{const.}$ mit den Prozessen, die durch Lage *b* der Temperaturlinien (strichpunktierte Kurve) gekennzeichnet sind, zusammen.

Die Heylandt-Maschine arbeitet ebenso wie die Claude-Maschine mit einem Expansionszylinder; sie unterscheidet sich dadurch, daß die Luft auf den Druck $p_2 = 200$ ata komprimiert wird (40 ata bei Claude) und mit einer Temperatur, die kaum von $T_u$ differiert, in den Expansionszylinder strömt, während sie in der Claude-Maschine vor der Expansion im Gegenströmer auf tiefere Temperaturen gekühlt wird. Die Heylandt-Maschine arbeitet normalerweise mit $z_1 = 0{,}6$, $\eta \sim 0{,}6$. Der Punkt, der diesen beiden Angaben entspricht, liegt in Abb. 10 dicht neben der strichpunktierten Kurve der günstigsten Prozesse, ihm entspricht eine Temperatur $T_{2a} \sim 275^0$.

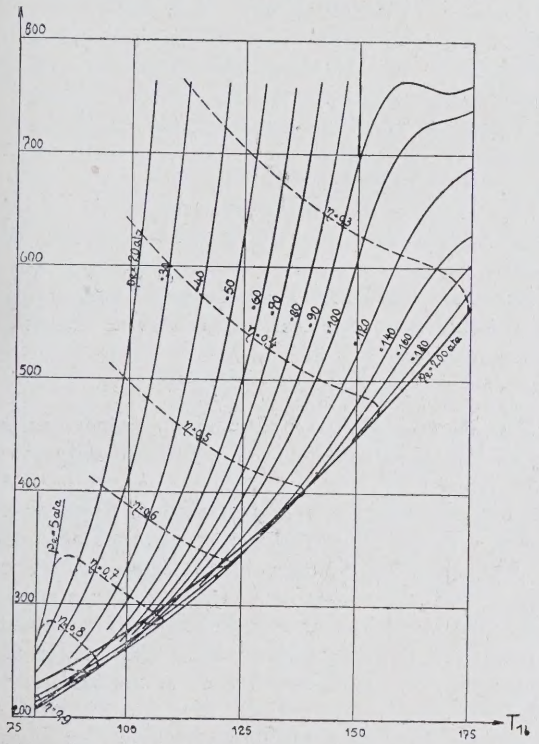



Abb. 11

Die Betrachtung von Abb. 9 und 10 lehrt, daß man, wenn man den rechnerisch nicht verfolgbaren Einfluß von Temperaturgefälle auf den Wirkungsgrad vernachlässigt, um den Einfluß des Druckes $p_2$ auf den niedrigsten Arbeitsaufwand klarzustellen, sich darauf beschränken kann, von jedem Druck $p_2$ nur die Prozesse zum Vergleich herauszugreifen, die der Lage *b* mit dreimaligem Verschwinden der Temperatur-Differenzen im Gegenströmer ($T_{1b} \lessgtr T_{2wn}$) entsprechen.

Das Diagramm Abb. 11 stellt für $p_2 = 10$ bis 200 ata die $AL/z$-Werte dieser günstigsten Prozesse in Abhängigkeit von der Temperatur $T_{1b}$ dar. Der niedrigste Arbeitsverbrauch würde bei tiefster Temperatur $T_{1b} = T_1''$ mit einem Wirkungsgrad 0,9 erzielt. Für $\eta = 0{,}7$ behält der Arbeitsaufwand für die Verflüssigung von einem kg Luft zwischen $p_2 = 200$ ata und $p_2 = 140$ ata nahezu konstant den Wert $AL/z = 285$ kcal/kg; von $p_2 = 140$ ata an wächst er mit abnehmendem Druck und erreicht für $p_2 = 40$ ata einen Wert $AL/z = 320$ kcal/kg, für $p_2 = 10$ ata einen Wert $AL/z = 340$ kcal/kg. Die Kurve $\eta = 0{,}6$ zeigt ebenfalls von $p_2 = 200$ ata bis $p_2 = 140$ ata ihren niedrigsten Wert mit 335 kcal/kg. Der Aufwand steigt dann mit fallendem Druck und erreicht für $p_2 = 40$ ata den Wert 380 kcal/kg. Für die Wirkungsgrade $\eta > 0{,}7$ steigt stets mit abnehmendem Druck von $p_2 = 200$ ata an der Mindestarbeitsaufwand $AL/z$ für $\eta = \text{const.}$ Das Maximum für $p_2 = 90$ ata entspricht dem Wendepunkt der Kurve $p_2 = 90$ ata im *T-i*-Diagramm. (Fortsetzung folgt).

## M. S. „Volkswohl" das erste deutsche Fischereifahrzeug mit Tiefkühlanlage.[1])

Erbaut für die »Nordsee«, Deutsche Hochseefischerei Bremen-Cuxhaven A.-G. von den Deutschen Werken Kiel, Aktiengesellschaft in Kiel.

Von G. Wahl und L. Baisch.

Das erste deutsche Fischkühlschiff »Volkswohl« hat am 18. 12. 29 seine Ablieferungsprobefahrt mit gutem Erfolg erledigt, nachdem die Proben im Hafen der Bauwerft zur Zufriedenheit aller Beteiligten ausgefallen sind und die Geeignetheit der neuartigen Tiefkühleinrichtungen erwiesen hatten.

Das Schiff ist am 22. 1. 30 von seiner zweiten Fangreise aus der Nordsee zurückgekehrt. Die beiden Reisen waren nur kurz bemessen und noch als Probe und zum Anlernen der Mannschaft gedacht; trotzdem sie durch heftige Stürme gestört und die Bedienung dadurch erschwert wurde, konnte auch hier die Brauchkarkeit der Tiefkühlanlagen nachgewiesen werden.

Damit ist der erste Schritt zu einem neuen Konservierungsverfahren in der Hochseefischerei getan. Die Folge ist, daß mit diesem Schiff auch nach längerer Reise und auch in der warmen Jahreszeit Fische an den Markt gebracht werden, die frischen Fischen gleichwertig sind, da sie unmittelbar nach dem Fang, also auf hoher See, nach dem seit langem bewährten »Ottesen-Verfahren« tiefgekühlt werden. Das »Ottesen«-Verfahren[2]) ist ein seit 1910 bekanntes »Schnell«-Verfahren, das den tiefgekühlten Nahrungsmitteln (Fisch oder Fleisch) völlige Frische erhält und das in vielen Landanlagen ausgezeichnete Ergebnisse gebracht hat. Es war aber trotz mehrerer Versuche im Ausland noch nicht gelungen, Apparate zu erbauen, die die Anwendung des Verfahrens auf verhältnismäßig kleinen Schiffen auf hoher See ermöglichte.

Nach dem Kriege hat sich der Deutsche Seefischerei-Verein mit der Frage beschäftigt, ob sich das Ottesen-Verfahren auch an Bord von Schiffen ausnutzen lassen könnte, und auf seine Anregung hin hat die Deutsche Werke Kiel Aktiengesellschaft in Kiel seit Ende 1924 an diesem Problem gearbeitet. Es ist dieser Werft nach langem Studium und vielen Versuchen gemeinsam mit der Firma Borsig-Tegel gelungen, Apparate herzustellen, mit denen es möglich

[1]) Auszug, aus dem gleichnamigen Aufsatz in »Schiffbau und Schiffahrt« mit freundlicher Erlaubnis des Verlages entnommen.

[2]) Vergl. diese Zeitschrift 1916.

ist, auf offener See die Fische unmittelbar nach dem Fang durch Tiefkühlung zu konservieren.

Es ist der unermüdlichen Energie der leitenden Herren im Deutschen Seefischerei-Verein zu verdanken, daß das Reich sich bereit erklärte, die Mittel für ein Versuchsschiff zu bewilligen. Das Reich ernannte auch eine Sachverständigen-Kommission, deren Vorsitz der Präsident des Deutschen Seefischerei-Vereins übernahm, und die sich aus 3 hervorragenden Vertretern der Wissenschaft zusammensetzte und zwar je einen Vertreter für Maschinenbau, für Schiffbau und für Kältetechnik. Diese Kommission hat die Ausführung des Schiffes und seiner Anlagen begutachtet, überwacht und hat bei Herstellung des Baues und Erprobung seiner Anlagen maßgebend mitgewirkt.

Die eingebauten Dieselmotoren sind System und Erzeugnis der Bauwerft, die auch das gesamte Schiff entworfen hat. Die kältetechnischen Anlagen wurden von der Firma Borsig, Tegel, geliefert, die Tiefkühlapparate und die hierzu gehörenden besonderen Einrichtungen sind das Ergebnis der gemeinsamen Arbeit dieser beiden Firmen.

Die »Nordsee«, Deutsche Hochseefischerei Bremen-Cuxhaven A.-G., die Mitinhaberin der »Ottesen-Verfahren« für Deutschland ist, hat die Bauwerft in allen fischerei-technischen Fragen sachverständig beraten.

Das Schiff ist nach den Vorschriften des Germ. Lloyd und unter dessen Spezialaufsicht nach der Klasse 100 A 4 (E) aus bestem, deutschen, weichen S. M. Eisen erbaut.

### Hauptabmessungen.

| | |
|---|---|
| Größte Länge | etwa 52,575 m |
| Länge zwischen d. Steven in der CWL | 48,87 m |
| Größte Breite über Spanten | 8,75 m |
| Seitenhöhe | 4,85 m |
| Freibord (Sommer in Seewasser) | 0,63 m |
| Deplacement auf Freibordtiefgang | ca. 950 t/1000 kg |
| Geschwindigkeit bei Windstärke nicht über 3 und entsprechender See, mindestens | 10 Knoten |
| Leistung des Propellermotors | 600 PSe |
| Inhalt der gekühlten Fischräume | 255 $m^3$ |
| Leistung der Tiefkühlanlage (mittelgroße Fische 8—10 cm) | 15000 kg/24 Stunden |
| Treibölvorrat | etwa 130 t/1000 kg |
| Trinkwasser | bis 17 t/1000 kg |
| Kesselspeisewasser | bis 26 t/1000 kg |
| Bruttoraumgehalt | 492,95 RT |
| Nettoraumgehalt | 187,51 RT |

### Kammereinrichtung.

Die Besatzung besteht aus 19 Mann, das sind 4 Mann mehr als auf einem normalen Fischdampfer, sie sind notwendig für die Bedienung der zusätzlichen Einrichtungen auf diesem Schiff. Da die Reisen des Schiffes in ungünstigen Fangzeiten bis auf 40 und 45 Tage ausgedehnt werden können, sind den höheren Chargen Einzelkammern gegeben, in denen sie sich wohl fühlen können. Für die Einnahme der gemeinsamen Mahlzeiten ist eine Messe vorgesehen. Im Deckshaus hinten St. B. ist eine Kammer für einen Gast vorgesehen, die vorläufig von dem Garantie-Ingenieur bewohnt wird. Zur gelegentlichen Mitnahme von Gästen ist beim Kapitän und beim Funker je eine zweite Schlafgelegenheit eingebaut; für eine Verstärkung der Mannschaft für besondere Fälle sind unter der Back 2 Reservekojen vorhanden,

### Fischräume.

Die beiden Fischräume, vor und hinter dem Apparateraum belegen, haben einen Inhalt von 255 $m^3$, sie sind imstande, je nach der Sorgfalt, mit der die Eische gestaut werden, 2300 bis 2500 Zentner dieser tiefgekühlten Fische aufzunehmen.

Beide Räume sind sehr sorgfältig mit Expansitkork isoliert und mit einer doppelten Holzlage verschalt. Unter der Decke und an den Wänden sind Rohrsysteme angeordnet. Die Zwischenschotte sind ebenfalls aus Rohrsystemen hergestellt, die an kräftigen Stützen aus U-Profilen befestigt sind. Sämtliche senkrecht angeordneten Systeme sind mit Holzlatten verkleidet, um den Fisch vor direkter Berührung mit den Rohren zu schützen. Die Oberfläche der Systeme genügt zur Erzeugung und zum Halten einer Raumtemperatur von $-14^0$ C, die aber nur in wenigen Fällen angewendet zu werden braucht. Im vorderen Fischraum sind die Fächer noch besonders unterteilt, um die Möglichkeit zu haben, diesen Raum bei Massenfängen, die von den Tiefkühlapparaten nicht bewältigt werden können, für den Transport von Frischfisch auf Eis zu verwenden. Für diesen Fall kann die Raumtemperatur auf $0^0$ einreguliert werden.

Der hintere Fischraum hat eine, der vordere Raum zwei Luken für die Entlöschung der Ware erhalten, alle Luken haben isolierte Deckel.

Zur Messung der Temperaturen sind mehrere Temperaturrohre angeordnet, die von Deck aus bedient werden.

### Tiefkühlanlage[1]).

Zwischen den beiden Fischräumen ist ein besonderer Raum vorgesehen mit den für die Tiefkühlung erforderlichen Apparaten.

Zur Tiefkühlung der Fische sind 6 Behälter vorhanden, System Deutsche Werke-Borsig-Plank, jeder für 300 kg Fische. Für jeden Behälter ist eine Pumpe vorgesehen für den Umlauf der Kochsalzlösung, die in den unter den Behältern angeordneten Verdampfern tief abgekühlt wird. Die beiden $CO_2$-Kompressoren, von denen der eine, größere, für die Tiefkühlbehälter, der andere für die Kühlung der Fischräume bestimmt ist, sind mit dem Kondensator und dessen Kühlwasserpumpe im Motorenraum aufgestellt, woselbst sich die $CO_2$-Regulier-Station befindet. Auf dieser Station bzw. in unmittelbarer Nähe derselben sind alle Regulierventile, Thermometer und sonstigen Kontrollinstrumente übersichtlich angebracht. Hier sind auch die selbstschreibenden Fernthermometer abzulesen, die dauernd die Temperatur der in jedem Behälter umlaufenden Kühlflüssigkeit aufzeichnen.

Die Tiefkühlbehälter ragen mit ihrem oberen Teil, dem Füllschacht, durch das Hauptdeck hindurch, sie haben im Innern eine Einrichtung, die erstens verhindert, daß die Kühlflüssigkeit einen bestimmten Höchststand überschreitet und zweitens dafür sorgt, daß die Kühlflüssigkeit restlos abfließt, nachdem die Zirkulationspumpen abgestellt sind. Die Kühlflüssigkeit läuft über mehrere Filterbleche, die herausnehmbar

[1]) Wir hoffen über diesen Teil noch besonders berichten zu können. Die Schriftleitung.

sind, um die zurückgehaltenen groben Verunreinigungen zu entfernen.

Am unteren Teil der Behälter, also unter Deck, sind ausbalanzierte Klappen vorhanden, die nach Beendigung der Unterkühlung und Abfließen der Kühlflüssigkeit geöffnet werden zur Entnahme der gekühlten Fische.

Die Kühlzeit ist für Fische verschiedener Dicke verschieden lang, durch die Aufstellung von 6 Behältern ist es möglich, bei sorgfältiger Sortierung der Fische für jede Größe einen besonderen Behälter zu verwenden und dadurch die Leistung der Anlage auf ein Höchstmaß zu bringen bzw. zu halten. Durch die Vorsortierung der Fische wird der Mannschaft zwar eine zusätzliche Arbeit zugewiesen, die sich aber auf die Leistung der Anlage günstig auswirkt dadurch, daß die Fische sich nicht länger in der Flüssigkeit befinden, als es zum Durchkühlen notwendig ist.

Das Einfüllen der Fische in den Füllschacht erfolgt über eine besondere Vorrichtung, die bewirkt, daß die Fische während des Durchkühlens ihre Form behalten, d. h. gerade bleiben. (Es sind auf den Proben bis zu 85% gerader Fische erzielt.)

Nach dem Durchkühlen und der Entnahme aus den Behältern werden die Fische durch Abspülen von der anhaftenden Kühlflüssigkeit befreit, zugleich erhalten sie hierdurch eine Glasur, die das Eindringen von Bakterien verhindert und den Fisch von der Luft abschließt. Nach dem Abspülen bzw. Glasieren werden die Fische durch eine Oeffnung im Schott in den Fischraum gebracht und dort aufgestapelt. Die Fische können im ganzen, d. h. mit Kopf und Eingeweiden tiefgekühlt werden, sie können auch geschlachtet mit und auch ohne Kopf in die Behälter getan werden. Für die Güte ist es gleichgültig, sofern der Fisch bald dem Markt zugeführt werden soll. Entscheidend ist hierfür zunächst der Verbraucher, der in manchen Gegenden den vollständigen Fisch, dessen Kiemen und Augen sehen will, und der in anderen Gegenden den geschlachteten Fisch vorzieht. Ist dagegen beabsichtigt, den tiefgekühlten Fisch noch mehrere Monate aufzubewahren, dann dürfte die Schlachtung zu empfehlen sein.

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen.

**Untersuchungen über die Schmelzkurve des Heliums I und II.** Von Franz Simon, Martin Ruhemann und W. A. M. Edwards. Zeitschrift für physikalische Chemie 1929, Abt. B, Band 2, Heft 4 und Band 6, Heft 1.

Während Keesom, der als erster Helium in den festen Zustand überführt hat, die Schmelztemperaturen bei 1,1° bis 4,2° K d. h. zwischen Drücken von 26 bis 145 *at* bestimmt hat, sind die Verfasser bis zu 5600 *at* gegangen. Die Versuchswerte, einschließlich diejenigen von Keesom werden sehr gut wiedergegeben durch die Formel $\overset{10}{log}\ (p + 17) = 1{,}5544\ \overset{10}{log}\ T + 1{,}236$, wobei $p$ in *at* gemessen ist. Dem Druck von 5600 *at* entspricht dabei eine Temperatur von 42° K Die Verfasser beschreiben die Apparatur. Der Druck wurde durch eine Kolbenpumpe erzeugt, die Quecksilber in den starkwandigen Aufnehmer preßte. Die zum Heliumbehälter führende Leitung wurde dadurch sicher verschlossen, daß eine U-förmige mit Quecksilber gefüllte Schlaufe in feste Kohlensäure getaucht wurde, wobei das Quecksilber gefror. Das Calorimeter wurde durch Wasserstoff bis auf 14° K gekühlt. Es zeigte sich, daß beim Schmelzen des Heliums ein thermischer Effekt auftrat, wodurch bewiesen ist, daß sich das feste Helium im kristallischen und nicht im glasigen Zustande befand. Die Schmelzwärme wurde zu etwa 4 cal/cm³ bestimmt. Anzeichen für die Nähe eines kritischen Punktes fest-flüssig zeigten sich nicht. Bei den weiteren Versuchen wurde auf die Messung der Schmelzwärme verzichtet und nur die Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck bestimmt. Es wurden 2 Manometer hintereinander angeordnet, die durch eine mit Helium gefüllte Kapillare verbunden waren. Erstarrte bei steigendem Druck das Helium in dieser, so stieg der Druck nur in dem einen Manometer an, in dem anderen nicht. Dabei wurde als zweites Manometer die Kapillare selbst benützt, die schraubenförmig gewickelt wurde und sich bei steigendem Druck aufwickelte. Um zu Drucken zu gelangen, die über die Leistungsfähigkeit der Pumpe hinausgingen, wurde bei 3500 *at* die Pumpe durch ein Frierventil abgeschaltet und das Helium in dem über das zweite Manometer hinausgehenden Leistungsstück auf etwa 200° C erwärmt, wodurch man auf etwa den doppelten Druck kam. Hierbei waren beide Manometer durch bifilar gewickelte Kapillaren gebildet. Die Meßergebnisse werden ausführlich angegeben; die folgende Zusammenstellung ist gekürzt.

| $T$ | $p$ *at* | |
|---|---|---|
| 1 | 26 | Keesom |
| 4 | 131 | Keesom |
| (8 | 425) | |
| 12 | 813 | |
| 16 | 1270 | |
| 20 | 1800 | |
| 24 | 2380 | |
| 28 | 3010 | |
| 32 | 3690 | |
| 36 | 4610 | |
| 40 | 5300 | |
| 42 | 5600 | |

## Kältemaschinen.

**Wie können Haushaltkühlschränke untersucht werden?** Leistungseinheiten der Kühlschränke und ihre Messung. Bulletin International de Renseignements Frigorifiques, Mai-Juni 1929, Nr. 11196 nach Refrig. Engin. Nov. 1928, S. 137 und folgende.

Zur Prüfung dieser Fragen, insbesondere zur Untersuchung der zu einem einheitlichen Vergleichsmaßstab ausreichenden physikalischen Größen, hat sich ein Normenausschuß »Refrigerator Performance Committee« unter dem Vorsitz von M. C. F. Belshaw gebildet. Von dem Ausschuß werden sechs Berichte ausgearbeitet, die im Folgenden kurz besprochen werden.

1. Untersuchungen von M. W. F. Grupe.

In einem isolierten Raum von konstanter Temperatur (26,6°) und regelbarer Luftfeuchtigkeit werden

die verschiedenen zu untersuchenden Schränke aufgestellt. In einem Zwischenraum von 4 Zoll (102 cm) zwischen den Wandungen des Kühlschrankes und eines umgebenden Verschlages befindet sich eine Reihe von Heizlampen, welche in einem umgewälzten konstanten Luftstrom so eingestellt werden, daß dessen Temperatur gleich der des Untersuchungsraumes ist, durch die isolierte äußere Wand also keine merkliche Wärmeströmung stattfindet. Man kann nun die Wärmebilanz des zu untersuchenden Kühlschrankes sowohl aus der Anzahl der aufzuwendenden Watt, wie aus der Ein- und Austrittstemperatur des zur Kühlung des Schrankes verwendeten Kälteträgers — entweder Luft oder Sole — aufstellen. Der auf diese Weise gemessene Wärmeaustausch ist ein direktes Maß für die Auswirkung von Konstruktionseinzelheiten, Lage der Türen, Art der Isolierung, Form des Schrankes usw., wodurch die möglichen Modifikationen zu einer Vergleichseinheit zusammengefaßt sind. Die Versuchsreihen werden mit Temperaturdifferenzen von 20 bis 40° durchgeführt.

2. Untersuchungen von Carl F. Kayan.

Der zu prüfende Kühlschrank wird in einem auf gleichmäßiger Temperatur (23,9°) gehaltenen Raum durch eine bestimmte Solemenge von — 2° solange beschickt, bis ein Beharrungszustand erreicht ist. Der Solezufluß erfolgt mit konstantem Druckgefälle gleichmäßig durch Ueberfall aus einem zentralen Sammelbehälter. Die Differenz der Mitteltemperaturen zwischen Soleein- und -austritt wird in ihrem zeitlichen Verlauf durch Thermoelemente gemessen und daraus der Wärmeaustausch errechnet.

3. Untersuchungen von H. L. Pope und J. R. Brown.

Refr. Eng. Nov. 1928, Seite 141.

Es werden für derartige Versuche folgende allgemeine Forderungen aufgestellt: die Versuchsdauer darf nicht weniger als 124 Stunden betragen, der Schrank muß vor Versuchsbeginn durchtemperiert sein. In einem Kühlschrank werden Thermometer in den einzelnen Eisbehältern systematisch verteilt und daraus die Mitteltemperatur bestimmt. Nachdem der Schrank mit Eis beschickt ist, wiegt man den Schmelzverlust alle 24 Stunden nach. Zur Bestimmung des Wärmeverbrauches pro Flächeneinheit wird ein Mittelwert zwischen äußerer und innerer Oberfläche in Vorschlag gebracht. Der Autor stellt eine Reihe von unterscheidenden Merkmalen auf, von welchen sich 44 auf die Charakterisierung des Erzeugnisses und 9 auf die Preisgestaltung beziehen.

4. Untersuchungen von Belshaw.
(Refr. Engin. Febr. 1928)

Der Verfasser gibt an, daß jährlich für etwa 250 Millionen Dollar Kälte erzeugt wird, von welchen etwa 20% eingespart werden könnten.

Nachdem der zu untersuchende Kühlschrank mit der ihn umgebenden Raumtemperatur in Beharrungszustand gebracht wurde, wird er auf eine Brückenwaage gestellt und die jeweilige Gewichtsabnahme einer eingelegten Eismenge dadurch bestimmt, daß man das entstehende Schmelzwasser ablaufen läßt. Der Versuch dauert 24 Stunden, die Temperaturablesungen erfolgen in Intervallen von 10 Minuten.

5. Dieser Artikel ist lediglich eine Ergänzung des vorhergehenden. Verschiedene Zeichnungen zeigen die verwendete Versuchseinrichtung. Als Haupterfordernisse für eine einwandfreie Durchführung der Versuche wird die gleichmäßige Umgebungstemperatur und die gleichmäßige Eisbeschickung des Schrankes angegeben. Um irgendwelche Luftstauungen im Untersuchungsraum zu vermeiden, wird die durch Lufterhitzer gleichmäßig temperierte Luft durch Kanäle im Sinne der Konvektionsströmung von unten eingeführt; die relative Feuchtigkeit wird zwischen 50 und 60% gehalten. Der Aufsatz enthält weiterhin Kurvenscharen, welche die Abhängigkeit der Schmelzwassermenge von der Umgebungstemperatur, die zwischen 70 und 100° Fahrenheit (21,2 bzw. 37,6° Cels.) in Angleichung an die möglichen Sommertemperaturen, abgestuft wird. Der Autor regt an, bei allen Kühlschränken ein Schild mit Fabrikname, Volumen des Speisenraumes, mittlerer Kälteleistung, erreichbaren Temperaturen bzw. Temperaturunterschiede, und dem Schmelzverlust in 24 Stunden, weiterhin eine genaue Bedienungsvorschrift anzubringen.

6. Untersuchungsmethode von M. G. W. Adler

Die Untersuchungen an Kühlschränken können zweierlei Art sein: Untersuchung der rein technischen Eignung, vor allem der Wirksamkeit auf die Kühlhaltung der gelagerten Lebensmittel, außerdem die Untersuchung der Wohlfeilheit in Anbetracht der Ausführung. Die Versuche dauern eine Woche und enthalten eine Reihe von Einzeluntersuchungen von ungefähr 8 Stunden Dauer. Vor Beginn der eigentlichen Ablesungen wird der Schrank etwa 72 Stunden vorgekühlt. Die Prüfung wird so durchgeführt, daß ein durch die Abmessungen der Schranktüre bestimmter, möglichst großer Eisblock, jeweils abends eingelegt wird und am darauffolgenden Morgen etwa alle Stunden die im Schrank verteilten Thermometer abgelesen werden. Das abfließende Schmelzwasser fängt man in einer abgedeckten Schale auf. Die Gewichtsabnahme des Eisblockes wird nach 8 Stunden festgestellt und mit der Schmelzwassermenge verglichen. Die verwendeten Thermometer sind isoliert, damit sie bei geöffneter Schranktüre noch zuverlässig abgelesen werden können.

Der Verfasser stellt in Auswertung seiner Versuche folgende Beziehung auf:

$$M = \frac{A + B}{\textit{gesamte bestrahlte Fläche}}$$

In dieser Gleichung bedeuten $M$ die Mitteltemperatur der Innenwand, $A$ das Volumen des Speisenraumes, $B$ dasjenige des Eisraumes (in Kubikfuß). Weiterhin wird eine Aufstellung von 20 Versuchsgrößen gegeben. L. Heiß, Karlsruhe.

**Der Stand der technischen Kenntnisse auf dem Gebiete der Haushaltkältemaschinen.** (Status of technical knowledge in the field of domestical refrigerating machinery). J. B. Churchill. Refrigerating Engineering. November, Dezember 1929.

Der umfangreiche Aufsatz behandelt einzelne Fragen dieser Technik, zeigt die wesentlichen Bauformen und Anordnungen sowohl bei Kompressions-

wie Absorptionsmaschinen. Es werden alle für Absorptionsmaschinen in Betracht kommenden Stoffe aufgeführt unter Angabe der chemischen Formel, des Siedepunktes und der Dichte. Des weiteren werden Zahlen über die Verbreitung der Haushaltkältemaschinen gebracht, von denen einige hier wiedergegeben seien:

| Jahr | Verkaufte Maschinen |
|---|---|
| 1910 | 100 Stück |
| 1916 | 1 000 „ |
| 1922 | 10 000 „ |
| 1926 | 248 000 „ |
| 1927 | 365 000 „ |
| 1928 | 468 000 „ |
| 1929 | etwa 650 000 „ |
| 1930 | zu erwarten 1 000 000 „ |

In wie hohem Maße die Luftkühlung des Verflüssigers bevorzugt wird, zeigt folgende Aufstellung der von einer Firma verkauften Maschinen.

| Jahr | Wasserkühlung | Luftkühlung |
|---|---|---|
| 1921 | 265 Stück | |
| 1922 | 2 193 „ | |
| 1923 | 4 705 „ | |
| 1924 | 12 970 „ | 7 036 Stück |
| 1925 | 22 456 „ | 39 585 „ |
| 1926 | 30 326 „ | 133 617 „ |
| 1927 | 38 515 „ | 168 488 „ |
| 1928 | 39 015 „ | 224 808 „ |
| | 150 544 „ | 573 534 „ |

Von den 100 Firmen in den Vereinigten Staaten, die Haushaltkältemaschinen bauen, kommen 82 für den Markt ernsthaft in Betracht. Von diesen bauen

| | |
|---|---|
| Maschinen mit hin- und hergehendem Kolben üblicher Bauart | 49 Firmen |
| Kapselkompressoren | 18 „ |
| Absorptionsmaschinen | 5 „ |
| Eingekapselte Maschinen mit hin- und hergehendem Kolben | 3 „ |
| Quecksilberschraubenmaschinen | 1 „ |
| | 76 „ |

Es verwenden

| | |
|---|---|
| Schwefeldioxyd | 30 Firmen |
| Methylchlorid | 29 „ |
| Ammoniak | 23 „ |
| Äthylchlorid | 4 „ |
| Kohlendioxyd | 4 „ |
| Butan oder Isobutan | 2 „ |

Die Eiserzeugung in den Vereinigten Staaten beträgt im Jahr 61 000 000 *t* Kunsteis und 11 000 000 *t* Natureis. Rund 14 000 000 *t* werden für die Versorgung von Eisenbahnkühlwagen verwendet. Der Verbrauch an elektrischem Strom beträgt jährlich 630 000 000 *kWh* für kleine Maschinen, von denen etwa 1 500 000 in Betrieb sind. Von den Haushaltkühlschränken werden 92,8 % durch Eis, 7,2 % durch Maschinen gekühlt.

## Kälteverwendung.

**Die Frischhaltung von Milch.** W. W. O' Mahony. Ice and Cold Storage, April 1929.

Nach Corblin wird Milch in stark bewegter Sole von — 15° C in schmalen Zellen so rasch gefroren, daß sie dabei nicht entmischt wird. Man kann Milch aber auch 13 bis 14 Tage frisch halten, wenn man Milchkannen 15 Minuten lang in Sole von — 15° taucht, so daß sich an der Wand eine dünne Eisschicht bildet. Die Kannen sind bei 0° aufzubewahren.

**Die künstliche Eisbahn in Glasgow.** Ice and Cold Storage, April 1929.

**Einfrieren kleiner Früchte für den Verkauf.** (Marketing small fruits and produce in a frozen state). Cold Storage and Produce Review. Juli 1929.

Nach Diehl und Hawkins werden kleine Früchte in zylindrische Pappschachteln ohne Zucker oder mit einem Teil Zucker auf 2 bis 4 Teile Früchte gefüllt, rasch eingefroren und bei — C bis — 18° C gelagert. Als Lagertemperatur wird — 6° empfohlen.

## Bücherbericht

**Der flüssige Sauerstoff, seine Aufbewahrung, sein Transport und seine Erzeugung,** von M. Laschin. Verlag Karl Marhold, Halle. 1929.

Der Verfasser bespricht in gründlicher und leicht faßlicher Weise ein neues Verfahren zur Aufbewahrung und zum Transport von Sauerstoff.

Bekanntlich hat die Verwendung dieses Gases insbesondere für die autogene Metallbearbeitung einen sehr großen Umfang angenommen.

Beim bisherigen Verfahren der Versendung und Aufbewahrung in Stahlflaschen unter einem Druck von 150 at spielen das in diesen Stahlflaschen angelegte Kapital und die Transportkosten für die schweren Flaschen, die ein Mehrfaches des darin enthaltenen Sauerstoffes wiegen, finanziell eine große Rolle.

Verfasser bespricht ausführlich das neue Verfahren nach Patenten von Heylandt, das die Aufbewahrung und den Transport von Sauerstoff in flüssiger Form vorsieht.

Da flüssiger Sauerstoff eine Temperatur von — 184° hat, müssen die Behälter gegen die Außenwärme so gut wie möglich isoliert sein. Man benutzt hierzu kleine doppelwandige Metallgefäße, bei denen der Zwischenraum zwischen den Wänden möglichst luftleer gepumpt ist; größere Behälter werden mit den besten Isoliermaterialien gegen Wärmezufuhr nach Möglichkeit geschützt, so daß die Verdampfung auf einen sehr geringen Betrag zurückgeht.

Alle Materialfragen werden gründlich durchgesprochen, ebenso die prozentuale Höhe der unvermeidlichen Verdampfungsverluste.

Eine bildliche Darstellung veranschaulicht die ganz außerordentlich bemerkenswerte Raumersparnis und Gewichtsersparnis bei Verwendung des neuen Verfahrens gegenüber dem alten.

Verfasser bespricht weiter die Vorrichtungen, um den flüssigen Sauerstoff an der Verbrauchsstelle wieder in gasförmigen Sauerstoff von gewünschtem Druck zu verwandeln und setzt die Konstruktion der sog. Kaltvergaser und Warmvergaser auseinander.

In einem zweiten Teil werden die wichtigsten Verfahren zur Erzeugung flüssigen Sauerstoffes eingehend besprochen. M.

**Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen.** Angestellt von dem hierfür beim Verein deutscher Ingenieure gebildeten Ausschuß im Jahre 1928/29 unter Mitarbeit der Technischen Abteilung des Hauptverbandes der Industrie Oesterreichs. Berlin 1929, VDI-Verlag G. m. b. H. Din A 4, IV/16 Seiten mit 7 Abbildungen, 6 Tafeln und 3 Zahlentafeln. Broschiert RM 4.— (für VDI-Mitglieder RM. 3.60).

Dieses neueste Heft aus der Reihe der vom V. d. I. herausgegebenen Regeln für Abnahmeversuche verfolgt den Zweck, Unterlagen für die einheitliche Berechnung von Wärme- und Kälteverlusten zu geben und Angaben für die eindeutige Nachprüfung von gewährleisteten Werten zu machen.

Der erste Teil enthält die Berechnung der Wärmeverluste, wie sie einheitlich und für praktische Zwecke genügend genau allen Gewährleistungen zugrunde liegen soll.

Im zweiten Teil werden die verschiedenen Arten von Gewährleistungen auseinandergesetzt und die Grundbegingungen für deren einwandfreie Festlegung beschrieben.

Der dritte Teil behandelt die wichtigsten Verfahren zur Prüfung von Isolierungen, soweit sie bis heute als einwandfrei nachgewiesen und anerkannt sind. Dabei sind Einrichtungen, welche für den praktischen Betrieb brauchbar sind, besonders ausführlich behandelt.

Im vierten Teil ist das einschlägige Schrifttum zusammengestellt.

Besonders sind die am Schluß angefügten Zahlentafeln zur Bestimmung der Wärmedurchgangszahl verschieden stark isolierter ebener Wände und Rohrleitungen zu begrüßen. Ihre Benutzung wird durch einige einfache Beispiele klar erläutert.

Sehr erwünscht wäre eine Regelung der Prüfung ausgeführter Isolierungen für Kühlanlagen in praktischer Hinsicht. Wohl geben einzelne Firmen Anweisungen heraus, wie Korkstein an die Mauer angesetzt werden soll, welche Maßnahmen getroffen werden sollen, um das so gefürchtete Feuchtwerden der Isolierung zu verhindern. Es wäre sehr wichtig, allgemein festzulegen, was als sachgemäße Ausführung zu gelten hat. Ebenso wäre erwünscht, festzulegen, welchen Gehalt der Imprägnierungsstoff an Paraffin, Kreosot und dergleichen riechenden Stoffen enthalten darf, ohne daß sich schädliche Gerüche zeigen. Krause.

**Wärmewirtschaft im Kesselhaus.** Von Dipl.-Ing. Ernst Praetorius. Band VIII der Sammlung Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, unter Mitwirkung von Prof. Dr. Ing. A. Naegel und Prof. Dr. Ing. W. Pauer, herausgegeben von Geh. Hofrat Prof. H. Pfützner, Dresden. 428 Seiten, 151 Abb. Verlag Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopf. Preis gebunden RM. 31.50.

**Gastechnische Rechentafel** von Rud. Michel. 2. Auflage, 8 Seiten, 1 Tafel. Verlag München und Berlin bei R. Oldenbourg. Preis RM. 2,20.

Die Fluchtlinientafel gestattet, Gasvolumina, Gasdrucke, Gasdichten umzurechnen, die Temperatur von Gasen bei Aenderung der andern Zustandsgrößen zu ermitteln, den Dunstdruck feuchter Luft aus dem relativen Feuchtigkeitsgehalt zu bestimmen, sowie den Heizwert auf andere Temperatur und andern Druck umzurechnen. Der Text erläutert die in Betracht kommenden physikalischen Gesetze und zeigt, wie die Tafel benutzt wird. Kr.

**Food Investigation.**

Report Nr. 34. **The Leakage of Heat into Ships' Insulated Holds.** 1 s 2 d.

Report Nr. 35. **Heat Insulators.** 2 s 8 d.

Report Nr. 36. **Post mortem Changes in Animal Tissues. The Conditioning or Ripening of Beef.** 2 s 2 d.

Report Nr. 37. **The Handling and Stowage of White Fish at Sea.** 1 s 8 d.

Die Preise verstehen sich einschließlich Porto. Die Hefte sind zu beziehen durch: H. M. Stationary Office, Adastral House, Kingsway, London W. C. 2.

# Kleine Mitteilungen.

**Leipziger Messe.** Das Messeamt macht besonders auf die umfangreiche Kältemaschinen-Ausstellung aufmerksam, die die Frühjahrsmesse 1930 vom 2. bis 12. März zeigen wird.

# Patentberichte.

## Anmeldungen.

17a, 4. B. 142155. Brown, Boverie & Cie Akt.-Ges., Mannheim O. 4, 8/2. Regelvorrichtung für Kältemäschinen; Zus. z. Pat. B. 139589. 26. 2. 29.

17a, 12. S. 86649. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Austreiber für kontinuierlich arbeitende Absorptionsmaschinen. 20. 7. 28.

17c, 2. Sch. 88917. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 15, Pariser Str. 32. Kühlgerät. 5. 1. 29.

17g, 3. G. 74021. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestr. 39. Sicherheitsschraubverschluß für Hochdruckgefäße. 28. 7. 28.

17g, 5. St. 41988. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestr. 39. Transport- oder Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase. 22. 12. 26.

17a. 1. S. 88367. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz b. Dresden. Kältemaschine mit Verbundkompressor. 13. 11. 28.

17a, 9. A. 49858. Edmund Ethelbert Allyne, Cleveland Heights; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 22. 1. 27.

17a, 17. G. 72621. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Wiesbaden, Hildastraße 4—10. Verfahren zur Oelabscheidung bei Kompressionskältemaschinen. 27. 2. 28.

17a, 1. S. 83200. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges, Niedersedlitz-Dresden, Nordstraße 15. Kompressions-Kältemaschine mit Strahlpumpe als Kompressor. 17. 12. 27.

17a, 10. P. 53454. Dr.-Ing. Christian Pöhlmann, Augsburg, Flurstraße 35. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 23. 8. 26.

### Zurücknahme von Anmeldungen.

17a, 14. W. 63653. Absorptionskältemaschine mit intermittierendem Betrieb. 19. 11. 25.

### Erteilungen.

17a, 1. 491093. Dipl.-Ing. Moritz Hirsch, Frankfurt a. M., Im Trutz 29. Verfahren zur Kondensierung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren. 8. 6. 28. H. 116889.

17a, 6. 491094. Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft m. b. H., Berlin O 17, Rotherstr. 16—19. Verfahren zur kontinuierlichen Kälteerzeugung. 27. 3. 28. D. 55319.

17a, 8. 491095. Anton Edwin Anderson, London, Guido Maiuri, Turin, und Raoul Felice Bossini, Pump Lane, England; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat, bei dem ein druckausgleichendes Hilfsmittel verwendet wird. 16. 2. 26. A. 47023.

17a, 8. 491096. Raoul Felice Bossini und Guido Maiuri, London; Vertr.: S. Goldberg, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Kontinuierlich abeitender Absorptions-Gefrierapparat. 28. 3 29. B. 142775. Großbritannien 11. 4. 28.

17a, 8. 491065. Frans Georg Liljenroth, Stockholm; Vertr.: Dipl -Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kälteerzeugungsmaschine nach dem Absorptionsprinzip. 29. 5. 27. L. 68791. Schweden 12. 6. 26.

17a, 13. 491097. Paul Knür, Hamburg, Grindelhof 43. Wärmeaustauscher für Kälteanlagen. 17. 3. 28. K. 108521.

17a, 4. 491964. A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Selbsttätige Regelungsvorrichtung für Kompressionskältemaschinen. 16. 7. 27. B. 132690.

17a, 4. 491791. Brown, Boverie & Cie. Akt.-Ges., Mannheim O. 4. Regelvorrichtung für Kältemaschinen. 30. 9. 28 B. 139589.

17a, 8. 492070. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zur Abscheidung von Dämpfen der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. 10. 10. 28. P. 58728. Schweden 11. 10. und 25. 11. 27.

17c, 3. 492582. Nekolai Dahl, Trondhjem (Drontheim), Norwegen; Vertr.: R. H. Korn, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Vorrichtung zur Herstellung einer Kühlsole. 16. 11. 27. D. 54338. Frankreich 1. 12. 26.

17g, 2. 492430. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Straße 234. Mantelkühlung an Kältetauschern für die Zerlegung von Gasgemischen; Zus. z. Pat. 490878. 19 11. 26. F. 62481.

17g, 2. 492431. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Straße 234. Kältespeichereinsatz für Gaszerlegungsanlagen; Zus. z. Pat. 490878. 2. 8. 27. F. 64186.

17g, 2. 492230. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Höllriegelskreuth b. München. Verfahren zur Zerlegung von Gasgemischen durch Verflüssigung und Rektifikation. 1. 10. 27. G. 71384.

### Löschungen.

17a 440648, 480604, 481439, 481440
f 434787
g 454197

### Teilweise für nichtig erklärt.

17a 397327, Ansprüche 1 und 2 sind gestrichen.

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17a. 1103475. Akt.-Ges., Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal, Kompressorantrieb für vollkommen geschlossene, rotierende Kältemaschinen. 14. 12. 27. A. 46833.

17a. 1104108. Richard Stefeld, Berlin-Pankow, Schönholzer Str. 1. Misch- und Absorptionsapparat für intermittierend arbeitende Absorptionskühlmaschinen. 30. 12. 29. St. 35548.

17a. 1104346. Alfred Richter, Berlin-Reinickendorf-Ost, Verlängerte Koloniestraße 7—12. Kompressions-Kältemaschine, 18. 9. 29. 78123.

17b. 1103832. Gechter & Kühne A.-G., Heidenau, Bez. Dresden. Eismaschine zur Bereitung von Speiseeis mittels Trockeneis. 12. 12. 29. G. 71712.

17c. 1103359. Johann Frank, Wiesbaden, Oranienstraße 35. Transportabler Eisschrank für Restaurationen. 11. 12. 29. F. 61622.

17c. 1104357. Cuno Anheyer, Düsseldorf, Martinstraße 42. Flaschenkühlkasten. 28. 11. 29. A. 52177.

17c. 1104389. Max Knobloch G. m. b. H., Döbeln i. S. Kühlschrank. 27. 12. 29. K. 127795.

17d. 1104197. Julius Pintsch A.-G., Berlin O 27, Andreasstraße 71 — 73. Oberflächenkondensator. 17. 10. 29. P. 52245.

17f. 1104228. Johannes Krampf, Eibau i. S. Belüftungseinrichtung für geschlossene Würzekühler. 21. 12. 29. K. 127765.

17f. 1106936. A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Rippenrohr für Wärmeaustausch. 13 9. 29. B. 136902.

### Verlängerung der Schutzfrist.

17a. 1037352. 1037353. 1037354. 1037355. 1037356. 1037357. 1037884. 1054194. 1054195. 1059624. 1072601. 1072602. 1072603. 1072604. 1072605. 1072606. 1072607. 1072608. 1072609. 1072610.

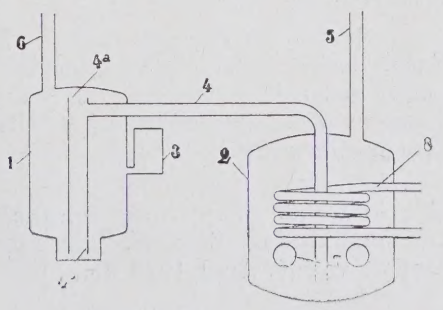
17b. 973514.

17c. 978170. 980874. 990896. 1037883.

17f. 989398.

## Auszüge aus den Patentschriften.

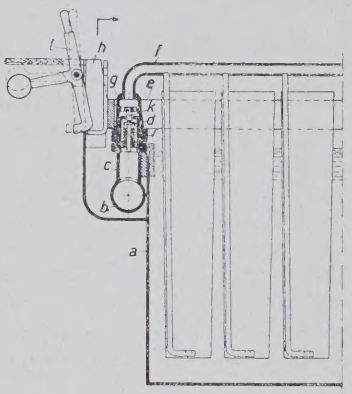
17a, 9. 480604. Verfahren zur Entwässerung des Verdampfers bei periodisch arbeitenden Absorptionskältemaschinen. Oskar Kleindienst in Berlin-Tegel. Patentiert im Deutschen Reiche vom 3. August 1926 ab.



Patent-Anspruch:

Verfahren zur Entwässerung des Verdampfers bei periodisch arbeitenden Absorptionskältemaschinen, bei dem mittels eines Ueberlaufes die im Verdampfer befindliche Lösung ausgetrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn der Kühlperiode so viel in einem Aufnehmerraum (3) angesammeltes Kondensat durch Dampfbildung in den Verdampfer (1) getrieben wird, daß das Ueberlaufen der Flüssigkeit aus dem Verdampfer (1) nach dem Kocherabsorber (2) veranlaßt wird.

17b, 3. 480766. Vorrichtung zum Einblasen von Luft in Gefrierzellen. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen Akt.-Ges. in Wiesbaden. Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. Oktober 1928 ab.



Patent-Anspruch:

Vorrichtung zum Einblasen von Luft in Gefrierzellen, die zu mehreren, mit je einem Luftleitungsrohr versehenen Zellenrahmen vereinigt und in einen Behälter eingesetzt sind, an dessen Längswand ein mit Stutzen versehenes Hauptrohr angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß das an dem Zellenrahmen befestigte Luftrohr sich beim Einsetzen des Zellenrahmens in den Behälter selbsttätig mit den Stutzen der Hauptluftleitung (b) kuppelt und beim Ausheben des Zellenrahmens löst.

17a, 1. 480867. Verfahren zur Kälteerzeugung nach dem Kompressionsprinzip. Chicago Pneumatic Tool Company in New York. Patentiert im Deutschen Reiche vom 24. Februar 1926 ab.

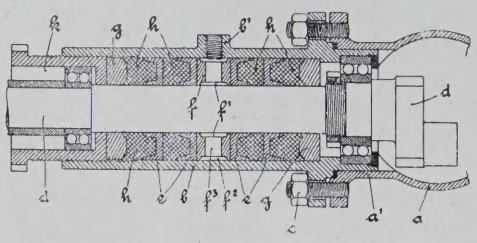
Patent-Anspruch:

Verfahren zur Kälteerzeugung nach dem Kompressionsprinzip, bei dem ein Gemisch aus einem kondensierbaren und einem nichtkondensierbaren Bestandteil (Kältemittel und indifferentes Gas) verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Expansionsvorrichtung kommende Gemisch aus Kältemittel und indifferentem Gas in flüssiges Kältemittel des in überflutetem Zustand erhaltenen Verdampfers hineinexpandiert.

17a, 15. 480868. Stopfbüchsenpackung für Kältemaschinen. Ernst W. Hoffmeister in Köln. Patentiert vom 6. April 1928 ab.

Patent-Ansprüche:

1. Stopfbüchsenpackung für Kältemaschinen, bestehend aus ringförmigen Körpern mit doppelkegeliger Ausdrehung an der einen Stirnseite, dadurch gekennzeichnet, daß diese ringförmigen Körper (*e*) aus Weichmetall bestehen und zwischen ihnen jeweils eine Füllmasse (*h*) aus Dichtungsmaterial angeordnet ist, die sich in die doppelkegelige Ausdrehung der Körper hineinpreßt.



2. Stopfbüchsenpackung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Körper (*e*) aus einer Legierung von etwa 70 % Zinn und 30 % Blei hergestellt sind.

3. Stopfbüchsenpackung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Körper (*e*) durch Zwischenlagen aus Graphit-Asbest (*h*) voneinander getrennt sind.

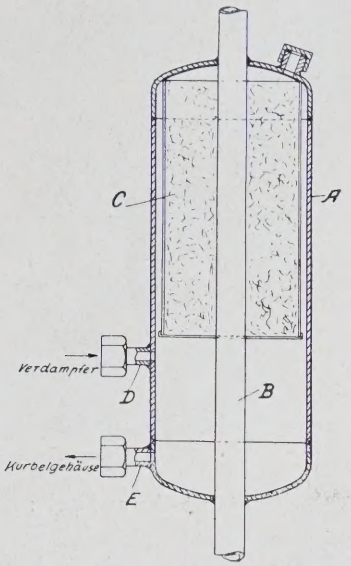
17a, 16. 480869. Vorrichtung für Kältemaschinen zum Ansammeln des Oeles aus dem Verdampfer. Maschinenfabrik Sürth, Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G. in Sürth bei Köln. Patentiert im Deutschen Reiche vom 16. August 1927 ab. Erfinder Johann Eich in Sürth bei Köln.

Die neue Vorrichtung besteht aus einem allseitig geschlossenen Behälter *A*, durch den das Druckrohr *B* des Verdichters hindurchgeführt ist. Der Behälter ist in seinem oberen Teil mit einer Masse *C* gefüllt, die die Dämpfe des Kältemittels zu absorbieren vermag, während der untere Teil zur Aufnahme des aus dem Verdampfer kommenden Oeles dient. An die Stutzen *D*, *E* werden Rohrleitungen angeschlossen, die zu dem Verdampfer bzw. dem Kurbelgehäuse des Verdichters führen.

Der Stutzen *D* enthält ein nach innen, d. h. zum Behälter hin, der Stutzen *E* ein nach außen sich öffnendes Rückschlagventil, die beide nicht mitgezeichnet sind.

Wird der Verdichter nach dem Arbeiten stillgesetzt, so kühlen sich das Druckrohr *B*, der Behälter *A* und die Absorptionsmasse *C* ab. Diese absorbiert nun durch die an den Stutzen *D* angeschlossene Rohrleitung die Dämpfe des Kältemittels, die sich in letzterer sowie dem Verdampfer befinden, und saugt dadurch das in diesem angesammelte Oel in den Behälter *A*, wo es sich unten ansammelt. Während des Absorbierens wird eine Dampfzufuhr von dem Kurbelgehäuse nach dem Behälter *A* durch das in dem Stutzen *E* eingebaute Rückschlagventil verhindert.

Wird der Verdichter wieder in Betrieb gesetzt, so erwärmen sich das Druckrohr *B*, der Behälter *A* und die Absorptionsmasse *C* von neuem, so daß die von letzterer aufgenommenen Dämpfe des Kältemittels wieder ausgetrieben und das im unteren Teil des Behälters angesammelte Oel infolge der




Drucksteigerung in dessen Innerem durch den Stutzen *E* und die daran angeschlossene Rohrleitung nach dem Kurbelgehäuse gedrückt wird. Hierbei verhindert das in dem Stutzen *D* eingebaute Rückschlagventil das Entweichen des Druckes nach dem Verdampfer.

17g, 2. 481138. Verfahren zum Verflüssigen und Trennen von Gasgemischen. »Feno« Gesellschaft für Energieverwertung m. b. H. in Berlin-Südende. Patentiert im Deutschen Reiche vom 19. Februar 1922 ab. Erfinder Rudolf Ferdinand Mewes und Karl Rudolf Eduard Mewes in Berlin.

Patent-Anspruch:

Verfahren zum Verflüssigen und Trennen von Gasgemischen bei Ueberdruck durch Waschen mit Stickstoff in einer einzigen Säule, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Beheizen der Blase dienende Hochdruckstickstoff nur zum Teil zur Kühlung in den Kondensator entspannt wird, während der andere Teil des Hochdruckstickstoffes auf Säulendruck entspannt in die Säule direkt als Waschflüssigkeit eingeführt wird.

17a, 8. 481358. Verfahren zum Betriebe einer Absorptionsmaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 6. Januar 1928 ab. Erfinder Edmund Altenkirch in Neuenhagen bei Berlin.

Bei Absorptionsmaschinen ist es bekannt, überflüssige Flüssigkeitsmengen, die bei der Verdampfung im Kälteerzeuger nicht in Gasform übergegangen sind, ins Absorbersystem zurückzuleiten. Den Gegenstand der Erfindung bildet ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen mit einer Rückführungsleitung versehenen Absorptionsmaschine, und zwar soll gemäß der Erfindung aus der in der Rückführungsleitung befindlichen Flüssigkeit durch Erhitzen Gas entwickelt werden. Die Rückführungsleitung bildet nämlich einen Flüssigkeitsvorrat innerhalb der Maschine, der an den thermischen Vorgängen nicht unmittelbar beteiligt ist, allmählich aber doch immer wieder erneuert wird. Je reicher dieser Flüssigkeitsvorrat an Arbeitsmittel ist, um so weniger Arbeitsmittel ist an den Arbeitsvorgängen innerhalb der Maschine beteiligt, und je ärmer er ist, um so mehr Arbeitsmittel nimmt an diesen Arbeitsvorgängen teil. Man kann also dadurch, daß man die Temperatur dieses Flüssigkeitsvorrats einstellt, nach Belieben die Menge des in der Maschine arbeitenden Gases den jeweiligen Betriebsbedingungen anpassen. Wenn z. B. bei solchen Maschinen, bei denen das als Kältemittel dienende Gas im Verdampfer aus einer Absorptionslösung heraus verdampft, infolge geringerer Kälteentnahme die Temperatur dieser Absorptionslösung sinkt, so wird sie gasreicher, entzieht also der im Austreiber und Absorber umlaufenden Absorptionslösung eine bestimmte Gasmenge. Für die Austreibung ist dann eine höhere Temperatur erforderlich. Das ist bei Dampfheizung schon an sich nachteilig, weil dabei die Heiztemperatur nach oben begrenzt ist. Außerdem ist aber das ausgetriebene Gas mit um so größeren Mengen an Dampf des Lösungsmittels gemischt, je höher die Temperatur ist, und ferner steigt die zuzuführende Wärmemenge mit der Temperatur; denn für viele binäre Gemische, insbesondere auch für Wasser und Ammoniak, ist bei höherer Temperatur die Lösungswärme größer, und außerdem wächst die durch Ausstrahlung verlorengehende Wärme. Wird aber gemäß der Erfindung die von dem Verdampfer festgehaltene Gasmenge aus einem in der Rückführungsleitung gebildeten Vorrat ergänzt, so tritt dieser nachteilige Einfluß auf die Austreibungstemperatur und Ausstrahlungswärme nicht ein.

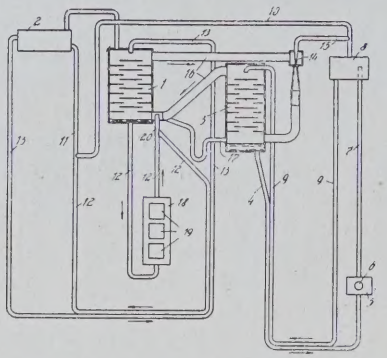
Aehnliche Erscheinungen treten auf, wenn die Temperatur des Kühlmittels, durch das der Resorber oder Kondensator der Maschine gekühlt wird, sinkt. Bei der üblichen Konstruktion solcher Maschinen hat sowohl der Resorber wie der Kondensator die Neigung, sich mehr mit Flüssigkeit zu füllen und damit Arbeitsmittel an sich zu ziehen. Die entsprechende Menge an Arbeitsmittel fehlt dann in dem Absorbersystem und kann dann ebenfalls gemäß der Erfindung ergänzt werden. Das gilt sowohl für Maschinen, in denen der Druckunterschied durch Beimischung eines neutralen Gases ausgeglichen ist, als auch für solche, die ohne ein neutrales Gas arbeiten.

Die Wärmemenge, die dadurch gespart wird, daß die dem Absorbersystem fehlende Menge des Arbeitsmittels wieder ersetzt wird, ist wesentlich größer als diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, um den Flüssigkeitsvorrat in der Rückführungsleitung auf einer etwas höheren Temperatur zu erhalten.

Wenn aus einer Absorptionsmaschine irgendeiner der genannten Arten dadurch größere Leistungen herausgeholt werden sollen, daß die Temperatur und die Menge der dem Austreiber zugeführten Wärme erhöht wird, so wird zweckmäßigerweise zu diesem Zwecke die Konzentration der Lösung verringert. In solchem Falle wird die Temperatur des in der Rückführungsleitung vorhandenen Vorrats durch Verminderung der Heizung herabgesetzt, so daß hier mehr Arbeitsmittelt festgehalten wird.

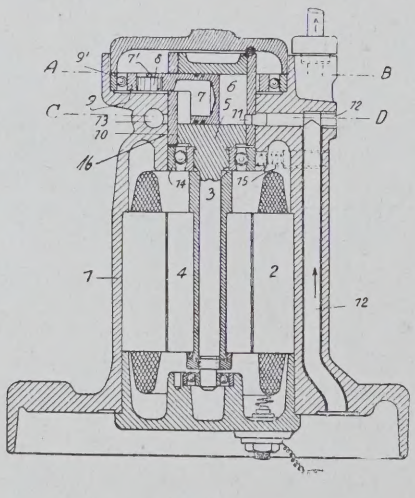
3 Patent-Ansprüche

17a, 9. 481 359. Ausschließlich durch Wärme betriebene, kontinuierlich wirkende Absorptionskältemaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. März 1928 ab. Erfinder Edmund Altenkirch in Neuenhagen bei Berlin.



Gemäß der Erfindung wird zur Erzeugung von Eis bei einer Absorptionskältemaschine, in der das Arbeitsmittel in einem Entgaser (*1*) aus einer Absorptionslösung heraus verdampft, das Eiserzeugungsgefäß (*18*) im Zuge der Leitung (*12*) angeordnet, durch welche die verarmte Absorptionslösung aus dem Entgaser abfließt. Die zur Eiserzeugung erforderliche Kälte wird also in diesem Falle nicht unmittelbar dem Entgaser, sondern der von diesem abfließenden entgasten Absorptionslösung entnommen.

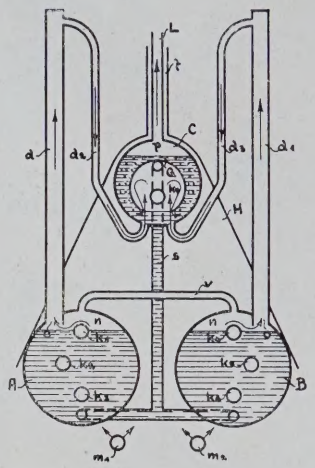
17a, 3. 481 438. Von einem Elektromotor angetriebener Verdichter mit radial arbeitendem Kolben. Bernhard Bischof und Charles Haccius in Genf. Patentiert im Deutschen Reiche vom 16. November 1926 ab.



Patent-Anspruch:

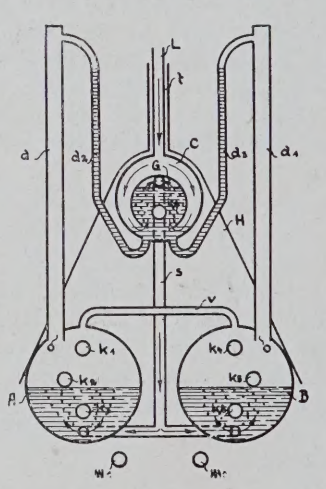
Von einem Elektromotor angetriebener Verdichter mit radial arbeitenden Kolben, insbesondere für Kältemaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (*3*) des antreibenden Elektromotors quer durch ihre Achse gehende Zylinderbohrungen (*6*) enthält, in welchen sich Kolben (*7*) bewegen, die das Arbeitsmittel durch Kanäle (*12*, *13*) hindurch fördern, die in dem die Welle umgebenden, als Lager (*16*) ausgebildeten Statorgehäuse (*1*) vorgesehen sind.

17a, 9. 481 439. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. Mannesmann-Motoren-Werke G. m. b. H. Zweigniederlassung Berlin in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 20. September 1923 ab.



Patent-Anspruch:

Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine, dadurch gekennzeichnet, daß als Kocher und Absorber wirkende Hauptbehälter (*A*, *B*) über Durchströmbehälter (*C*), die eine Flüssigkeit enthalten, mit einem einzigen zu den nachgeschalteten Teilen (Kondensator, Verdampfer usw.) führenden Leitungszug verbunden sind und die sich ändernde Höhe des Flüssigkeitsspiegels in diesen Durchströmbehältern (*C*) dazu



benutzt wird, den zu den nachgeschalteten Teilen führenden Leitungszug einmal mit dem Dampfraum der Hauptbehälter (*A*, *B*) und das andere Mal mit einer möglichst tiefen Stelle des Flüssigkeitsraumes der Hauptbehälter (*A*, *B*) zu verbinden.

6 weitere Ansprüche.

17a, 9. 481 440. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. Mannesmann-Motoren-Werke G. m. b. H. Zweigniederlassung Berlin in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Dezember 1923 ab.

Patent-Anspruch:

Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine bei der ein oder mehrere als Kocher und Absorber wirkende Hauptbehälter über eine Flüssigkeit ent-

haltende Durchströmbehälter (C) mit einer einzigen zu den nachgeschalteten Teilen (Kondensator, Verdampfer usw.) führenden Leitung verbunden sind, und bei dem die sich ändernde Höhe des Flüssigkeitsspiegels in den Durchströmbehältern dazu benutzt wird, die zu den nachgeschalteten Teilen führende Leitung einmal mit dem Dampfraum der Hauptbehälter und das andere Mal mit einer möglichst tiefen Stelle des Flüssigkeitsraumes des Hauptbehälters zu verbinden, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchströmbehälter in dem Hauptbehälter eingebaut sind.

3 weitere Ansprüche.

17a, 16. 481 441. Betriebsverfahren für Gasverdichtungs-, insbesondere Kälteanlagen. A. Freundlich, Maschinenfabrik in Düsseldorf. Patentiert im Deutschen Reiche vom 19. April 1928 ab.

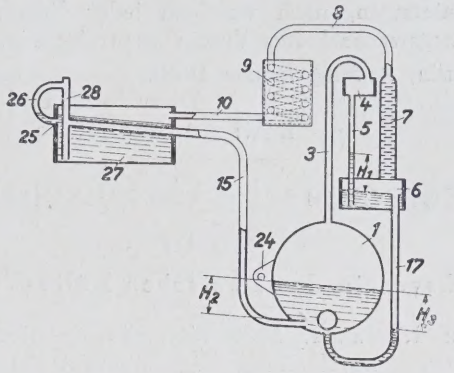
Patent-Ansprüche:

1. Betriebsverfahren für Gasverdichtungs-, insbesondere Kälteanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einschalten des Verdichters selbsttätig der Oelsammelraum des Abscheiders mit dem Oelvorratsraum des Verdichters (z. B. dem Kurbelgehäuse) durch ein von außen gesteuertes Schaltorgan verbunden und diese Verbindung nach kurzer Zeit selbsttätig wieder unterbrochen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Dauer des Oelrückführens die Saugleitung des Verdichters gedrosselt oder abgesperrt wird.

7 weitere Ansprüche.

17a, 9. 481 550. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden, um eine unterhalb ihres Schwerpunktes liegende Achse schwingbaren Absorptionskältemaschinen. Zusatz zum Patent 435 994. A. Borsig G. m. b. H. in Berlin-Tegel. Patentiert im Deutschen Reiche vom 21. September 1927 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 11. März 1925.




Patent-Ansprüche:

1. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden, um eine unterhalb ihres Schwerpunktes liegende Achse schwingbaren Absorptionskältemaschinen nach Patent 435 994, dadurch gekennzeichnet, daß das Uebertreten der aus dem Verdampfer zu entfernenden Lösungsmittelflüssigkeit nach dem Absorber durch Ansaugen infolge der zwischen Verdampfer und Absorber entstehenden Druckdifferenz herbeigeführt wird.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Dampfverbindung zwischen der zur tiefsten Stelle des Verdampfers führenden Entwässerungsleitung und dem Verdampfer vorgesehen ist, die beim Umschalten der Maschine nach der Austreibungsperiode durch die Flüssigkeit selbsttätig verschlossen wird, so daß die Lösungsmittelflüßigkeit durch die Entwässerungsleitung nach dem Absorber hin so lange abgesaugt wird, bis die Dampfverbindung zwischen Entwässerungsleitung und Verdampfer wieder eröffnet wird.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
**A. Kaufmann,** Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln.

## Vorstandsmitteilung

An unsere verehrlichen Mitglieder!

Betr. **Hauptversammlung des D. K. V.:** Die Tagung wird laut Beschluß Dresden in diesem Jahr in Stuttgart stattfinden, beginnend am Nachmittag des Mittwoch, 4. Juni 1930; am Donnerstag, 5. Juni folgen die Sitzungen der Arbeitsabteilungen, am Freitag, 6. Juni die eigentliche Hauptversammlung, und für Sonnabend, 7. Juni ist ein ganztägiger Autoausflug in die landschaftlich und kulturhistorisch gleich fesselnde Umgegend vorgesehen. Ein reichhaltiges Programm gediegener Fachvorträge und geselliger Veranstaltungen steht unseren Mitgliedern und Freunden in Aussicht, und wir betonen hier ausdrücklich, daß alle Teilnehmer nicht nur zum Besuch der eigentlichen Hauptversammlung, sondern auch der Arbeitsabteilungen und der sonstigen Veranstaltungen eingeladen sind.

Nähere Mitteilungen werden rechtzeitig erfolgen, jedoch bitten wir schon jetzt, obige Tage gefl. freizuhalten und durch recht zahlreichen Besuch zum Erfolg der Tagung beizutragen.

Betr. **Jahresbeitrag für 1930:** Einer größeren Anzahl von Mitgliedern konnte die neue Karte bereits zugestellt werden, im übrigen erinnern wir höflichst an unsere Benachrichtigung im Novemberheft (1929, S. 228).

Betr. **Wohnungswechsel.** Zwecks korrekter Führung der Mitgliederliste und der Kassengeschäfte bitten wir um gefl. Beachtung des § 10, Punkt 1e, der Satzungen, nach welchem jeder Berufs- oder Wohnungswechsel dem Verein anzuzeigen ist.

Berlin, Anfang Januar 1930.

Der Vorstand
i. A.: Kaufmann, Schriftführer.

# Kältetechnische Gesellschaft zu Hamburg.

Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins.

Am 15. Januar 1930 hielt die Kältetechnische Gesellschaft zu Hamburg im Restaurant Patzenhofer ihre **Hauptversammlung** ab.

Herr Prof. Frasch als Vorsitzender eröffnete nach begrüßenden Worten die Sitzung und gedachte des verstorbenen früheren Mitgliedes, Herrn Generaldirektor Klint, dessen Andenken die Versammlung durch Erheben von den Sitzen ehrt.

Nach dem Jahresbericht hatte die letzte Hauptversammlung am 16. Januar 1929 stattgefunden. Der vorjährige Mitgliedsbestand betrug 64. Im Laufe des Jahres waren ausgetreten: 5 Mitglieder und eingetreten: 8 Mitglieder, sodaß der jetzige Mitgliederbestand 67 beträgt. Besichtigt wurden im vergangenen Jahre die Großbäckerei von Julius Busch, Hamburg und das neue Heringskühlhaus der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen im Freihafen Hamburg. Der Frühjahrsausflug der K. G. H. fand am 11. Mai 1929 nach Wellingsbüttel statt. An der Hauptversammlung des D. K. V. in Dresden nahmen 4 Mitglieder der Gesellschaft teil. Die regelmäßigen Zusammenkünfte fanden während des ganzen Jahres am ersten Dienstag jeden Monats im Restaurant Patzenhofer, Georgsplatz, abends 8 Uhr statt und waren stets gut besucht.

Herr R. Bieber erstattete den Kassenbericht:

Einnahmen:

| | |
|---|---|
| Mitgliedsbeiträge . . . . . | RM. 2148.— |
| Vermögen am 1. Januar 1929 . . | » 432.81 |
| | RM. 2580.81 |

Ausgaben:

| | |
|---|---|
| An den Deutschen Kälte-Verein abgeführt | RM. 1000.— |
| Zeitschr. Kälte-Industrie für die Mitglieder | » 401.— |
| Tageszuschuß für Tagung in Dresden . | » 300.— |
| Unkosten bei Versammlung, Besichtigungen und dergl. . . . . | » 120.30 |
| Drucksachen, Porto usw. . . . . | » 94.20 |
| Vermögen am 1. Januar 1930 . . . | » 665.31 |
| | RM. 2580.81 |

Die Kasse ist durch Herrn Dir. Heyroth geprüft und für richtig befunden worden. Dem Schatzmeister und dem Vorstand wird Entlastung erteilt.

Bei der Neuwahl des Vorstandes teilt Herr Dir. Heyroth das Ausscheiden von Herrn Landgräber als 1. Beisitzer mit. An seiner Stelle wird Herr W. Mack als 1. Beisitzer gewählt. Herr Mack nimmt die Wahl dankend an. Durch Zuruf werden die anderen Herren des Vorstandes einstimmig wiedergewählt.

Der Mitgliedsbeitrag bleibt unverändert: RM. 24 für Einzelmitglieder und RM. 60 für Firmen.

Herr Dir. Heyroth berichtet über den Beschluß des Vorstandes des D. K. V., die nächste Hauptversammlung des D. K. V. in Stuttgart stattfinden zu lassen und bittet die Hamburger Herren, zahlreich sich zu beteiligen. Die Kasse kann einen Reisezuschuß in Höhe von 360.— RM. leisten.

Die weitere Aussprache bezog sich auf die Vornahme von Veranstaltungen in der Gesellschaft im kommenden Jahr.

Der Schriftführer: W. Pohlmann.

# Berliner Kälte-Verein

## Bericht

**über die Monatsversammlung am 17. Dez. 1929 in der Phys. techn. Reichsanstalt, Charlottenburg.**

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Nach Begrüßung durch den Vorsitzenden wird der Bericht über die Novembersitzung verlesen und genehmigt.

Hierauf zeigt Herr Oberregierungsrat Dr. Meißner in seinem Vortrage: »Theorie und Konstruktion der Vaccuummantelgefäße aus Metall für verflüssigte Gase, insbesondere für flüssigen Wasserstoff« über den in der Vereinszeitschrift ausführlich berichtet werden wird.

In der anschließenden Diskussion, an der sich Herr Prof. Simon und Herr Dr. Lisse beteiligten, werden neben theoretischen Fragen auch die praktische Seite dieser Mantelgefäße behandelt und einige markante Beispiele angeführt.

Bei der nun folgenden Neuwahl des Vorstandes wird statutengemäß der Vorsitzende mit Stimmzettel gewählt, als welcher Herr Kaufmann und zwar einstimmig wieder gewählt hervorging. Die anderen Vorstandsmitglieder wurden durch Zuruf ebenfalls wieder gewählt, sodaß der Vorstand für das Geschäftsjahr 1930 aus folgenden Herren besteht:

1. Vorsitzender Herr Obering. Kaufmann
2. Vorsitzender Herr Dr. Cammerer
1. Schriftführer Herr Ing. Dotterweich
2. Schriftführer Herr Dipl.-Ing. Schindler
Schatzmeister Herr Dr. Brandt.

Das Amt der Rechnungsprüfung übernehmen wieder die Herren:

Dir. Hennig und Obering. Hoffmann.

Hiermit war der geschäftliche Teil des Abends erledigt und fand derselbe bei gemütlicher Aussprache im Schultheiß-Patzenhofer am Knie seinen Abschluß.

Der Schriftführer: Dotterweich.

Eine der Firmen, die an der Entwicklung der Kältetechnik hervorragenden Anteil genommen haben, ist die Kältemaschinenfabrik **C. G. Haubold, Chemnitz.** Die Kälteerzeugungsanlagen dieser Firma sind das Ergebnis rund 40jähriger Erfahrungen und werden den jeweiligen Erfordernissen genau angepaßt. — Dem vorliegenden Hefte liegt ein farbiges Flugblatt dieser Firma bei, das der Aufmerksamkeit der Leser empfohlen wird. — Ferner sind Prospekte der Firma **C. A. Callm, Halle a. S.,** sowie der **Anzeigen-Werbeabteilung dieser Zeitschrift** beigefügt

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**3. Heft** **Berlin SW. 9, im März 1930** **37. Jahrgang**


Inhalt:


**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Theorie und Konstruktion der Vakuummantelgefäße aus Metall für verflüssigte Gase, insbesondere für flüssigen Wasserstoff. Von W. Meißner. S. 41. — Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung. Von M. Rabes, Mannheim. (Schluß). S. 48. —

**Zeitschriftenbericht.** S. 54. — **Bücherbericht.** S. 56. — **Kleine Mitteilungen.** S. 57. — **Patentberichte.** S. 57. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 59. — Berliner Kälte-Verein. S. 59. —


## Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

### Theorie und Konstruktion der Vakuummantelgefäße aus Metall für verflüssigte Gase, insbesondere für flüssigen Wasserstoff.


Von W. Meißner.

(Teilweise nach Arbeiten mit B. Voigt).

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt).



(Vorgetragen in der Sitzung des Berliner Kältevereins vom 17. Dezember 1929).


Vakuummantelgefäße aus Metall für flüssige Luft und flüssigen Sauerstoff werden von der Sprengluft-Gesellschaft, Berlin, in großen Mengen hergestellt und insbesondere beim Sprengen mit Kohle-Sauerstoff-Patronen, aber auch zum Aufbewahren der flüssigen Luft für wissenschaftliche Zwecke und dgl. verwendet. Vakuummantelflaschen von 5 l Inhalt, die von der Sprengluft-Gesellschaft 1922 bezogen wurden, sind im Kältelaboratorium der Reichsanstalt auch für flüssigen Wasserstoff benutzt worden. Und es sei gleich an dieser Stelle betont, daß das Kältelaboratorium der Sprengluft-Gesellschaft, insbesondere Herrn Direktor Dr. Lisse für das Entgegenkommen bei der Lieferung dieser Flaschen und bei anderer Gelegenheit sehr zu Dank verpflichtet ist. Als aber 1926 den gesteigerten Ansprüchen des Kälte-Laboratoriums entsprechend zwei 10 l-Flaschen von der Sprengluft-Gesellschaft beschafft wurden, zeigte es sich, daß diese Flaschen, obwohl sie für flüssige Luft, insbesondere bei Verwendung für industrielle Zwecke ausreichten, für flüssigen Wasserstoff vollkommen unbrauchbar waren. Zu ihrer Abkühlung war mehr als 1 l flüssiger Wasserstoff erforderlich, und auch noch nach der Abkühlung verdampfte der flüssige Wasserstoff so schnell, daß die Verwendung der Flaschen für flüssigen Wasserstoff unmöglich war. Deswegen mußten wir uns im Kältelaboratorium selbst mit der Verbesserung der Vakuummantelflaschen aus Metall befassen, und wir kamen dabei zu allgemeinen Gesichtspunkten betreffs der Theorie und der Konstruktion der Vakuummantelflaschen aus Metall, über die ich heute zu berichten habe. Ich möchte auch noch erwähnen, daß schon vor dem Kriege in der Reichsanstalt nach meinen Angaben zylindrische Vakuummantelgefäße aus Metall für flüssige Luft hergestellt wurden[1]), und daß die damals gemachten Erfahrungen bei der weiteren Verfolgung der ganzen Frage in den Jahren 1927 bis 28, benutzt werden konnten. Schließlich sei auf die Arbeiten von Banneitz, Rhein und Kurze[2]) verwiesen, die insbesondere die Verbesserung durch eine Zwischenwand im Vakuummantel nach Wiener untersucht haben, aber nur Messungen mit flüssiger Luft, nicht mit flüssigem Wasserstoff anstellten.

#### 1. Allgemeines.

Um zunächst zu erkennen, welche Punkte für die Konstruktion von Vakuummantelflaschen aus Metall wesentlich sind, betrachten wir den schematischen Schnitt durch eine solche Flasche, den Abb. 1 gibt. Es kommt darauf an, die Wärmezufuhr zu dem inneren Gefäß, in dem sich die flüssige Luft oder der flüssige Wasserstoff befindet, möglichst gering zu halten. Die Wärme wird auf 4 Wegen zugeführt:

a) durch metallische Wärmeleitung längs des Halses und der inneren Kugelwandung,
b) durch Strahlungsaustausch zwischen der äußeren warmen Wandung und der inneren kalten Wandung,
c) durch Wärmeleitung in den im Zwischenraum etwa zurückbleibenden geringen Gasresten, die man durch Anbringung eines Gefäßes mit Adsorptionskohle an der inneren Wandung möglichst herabzudrücken sucht.
d) durch Wärmestrahlung und Leitung von der Oeffnung des Gefäßes her.

Wir wollen nun diese verschiedenen Punkte der Reihe nach in theoretischer und praktischer Hinsicht untersuchen und zum Schluß sehen, was sich auf Grund der so gewonnenen Gesichtspunkte an Verbesserungen vornehmen läßt.

#### 2. Wärmezufuhr durch metallische Leitung.

Die durch Wärmeleitung im Metall in der Zeiteinheit zugeführte Wärmemenge ist (Abb. 2)

[1]) W. Meißner, Ann. d. Phys. **47**, 1012, 1915. Es wurden damals auch schon zylindrische Gefäße mit Nußkohle im Vakuummantel gebaut, die von der Pumpe gelöst wurden.

[2]) Banneitz, Rhein und Kurze, Ann. d. Phys. **61**, 113, 1920.

$$W_M = -\frac{dT}{dx} f\Lambda \qquad (1)$$

wo $T$ die Temperatur an einer Stelle des leitenden Metalls, $x$ die Richtung, in der die Wärme strömt, $f$ der Querschnitt des Metalls und $\Lambda$ das Wärmeleitvermögen ist. Betrachten wir zunächst den Hals einer Flasche, in dem der Querschnitt constant ist, so ist $\frac{dT}{dx}$ um so kleiner, je länger der Hals ist, und die zugeführte Wärme ist insgesamt um so geringer, je länger der Hals, je kleiner der Querschnitt und je geringer das Wärmeleitvermögen.

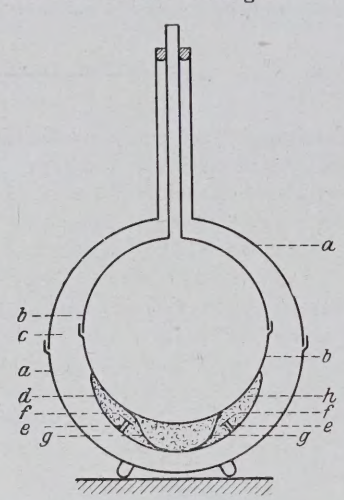



Abb. 1. Schematischer Schnitt durch eine metallene Vakuummantelflasche der Sprengluftgesellschaft.

a) Aeußere Wandung aus Eisen
b) Innere Wandung aus Neusilber
c) Evakuierter Zwischenraum
d) Gefäß mit Adsorptionskohle
e) 4 Röhrchen aus Neusilber
f) Engmaschiges Sieb
g) 3 Neusilberstreifen
h) Adsorptionskohle.

Die Wärmeleitung in dem kugelförmigen Teil des Gefäßes ist etwas schwieriger zu berechnen. Ich will an dieser Stelle auf die Rechnung nicht näher[1]) eingehen, sondern nur das Resultat wiedergeben. Die gesamte durch Wärmeleitung der inneren Kugel zugeführte Wärmemenge ist

$$W_M = 2\pi \Delta r \Lambda \frac{T_z - T_F}{\frac{l}{r \sin \xi_H} + ln \frac{tg \frac{1}{2} \xi_F}{tg \frac{1}{2} \xi_h}} \frac{cal}{sek} \qquad (2)$$

Hierbei ist $r$ der Radius der inneren Hohlkugel, $\Delta r$ die Dicke ihrer Wandung und derjenigen des Halses, $T_z$ die Temperatur am oberen Halsende, also etwa 290° abs, $T_F$ die Temperatur der Flüssigkeit, die sich im Innern der Flasche befindet, $l$ die Länge des Halses. Ferner ist, wenn $d$ die lichte Weite des Halses und $h$ die Höhe der Kugelzone, die mit Flüssigkeit gefüllt ist, bedeutet

$$\sin \xi_H = \frac{d}{2r}; \quad tg \tfrac{1}{2} \xi_F = \sqrt{\frac{2r-h}{h}}. \qquad (3)$$

Rechnet man nun einen praktisch vorliegenden Fall durch, z. B. die Wärmezufuhr in einer 10 $l$-Flasche, bei der der Hals und die innere Flasche aus Neusilber besteht, und die bis zu einer Höhe von 11,5 cm über dem Boden, d h. nicht ganz bis zur Hälfte mit flüssigem Wasserstoff ($T_F$ = 20,4° abs.) gefüllt ist, so findet man für die Temperatur $T_H$ am unteren Ende des Halses nach 2) und 3), indem man darin $h = 2r$ setzt unter Beibehaltung des mit $h$=11,5 cm berechneten Wertes von $W_M$, den Wert 53° abs., also einen Wert, der nur 33° über der Temperatur der Füllflüssigkeit liegt, während das Temperaturgefälle im Halse 227° beträgt. Bei Füllung mit flüssiger Luft ist natürlich die Temperaturdifferenz $T_H - T_F$ noch geringer.

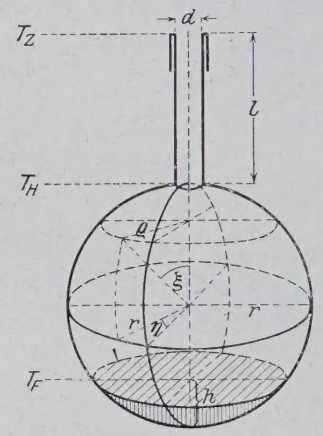



Abb. 2. Wärmeleitung in der Wandung des inneren Gefäßes.

Wir haben also als erstes Ergebnis, daß bei den praktisch vorliegenden Verhältnissen die Wärmeleitung der Wandung der inneren Hohlkugel, auch wenn diese nicht ganz gefüllt ist, wenig Bedeutung hat, sodaß wir bei der Wahl des Metalles für die innere Hohlkugel auf geringe Wärmeleitfähigkeit keinen Wert zu legen brauchen, sondern nur bei der Wahl des Metalles für den Flaschenhals. Um so mehr wird man dies tun dürfen, als die Flasche auch brauchbar sein soll, wenn sie ganz gefüllt ist, in welchem Fall die Wärmeleitung in der inneren Wandung der Flasche sowieso fortfällt. Etwas anders liegen die Verhältnisse natürlich bei zylindrischen Vakuummantelgefäßen. Bei ihnen muß man einen Teil der inneren Wandung als Hals betrachten. Die Formel (2) vereinfacht sich dann. Man wird mit einer normalen Füllhöhe rechnen müssen. Für den unteren Teil der inneren Wandung, bis zu der normalerweise die Flüssigkeit reicht, gelten dann dieselben Verhältnisse wie für die Innenkugel, und man braucht den unteren Teil daher auch nicht aus Material von schlechter Wärmeleitfähigkeit herzustellen.

Was nun das Material für den Hals bzw. den oberen Teil der zylindrischen Gefäße betrifft, so gibt Zahlentafel 1 über die Wärmeleitfähigkeit der in Betracht kommenden Stoffe Aufschluß. Man sieht, daß Glas etwa den 30. Teil der Wärmeleitfähigkeit von Neusilber hat, das für den Hals der Metallflaschen meist verwendet wird. Außerdem sinkt die Wärmeleitfähigkeit von Glas noch mit sinkender Temperatur, während sie bei Neusilber ein wenig mit sinkender Temperatur zunimmt. Etwas günstiger als Neusilber hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit ist Konstantan, das sich aber schlechter weich löten läßt. Die Hälse der Sprengluftflaschen bestehen aus diesen und

[1]) Näheres siehe: W. Meißner und B. Voigt, Zeitschr. für Instr.-Kunde, Februar 1930.

anderen Gründen aus Neusilber. Will man also Metallflaschen für flüssige Luft ebenso gut machen wie Glasflaschen, so darf bei gleicher Halslänge der Querschnitt des Halses nur 1/30 von dem bei Glasflaschen sein.

Zahlentafel 1. Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe bei 18° C in cal/Grad cm sek.

| Material | Wärmeleitfähigkeit in $\frac{\text{cal}}{\text{Grad cm sek.}}$ |
|---|---|
| Glas | 0,0023 |
| Neusilber | 0,08 |
| Konstantan | 0,054 |
| Messing | 0,2 bis 0,25 |
| Kupfer | 0,9 |

Bei zylindrischen Gefäßen ist auch die schwer vermeidbare Lötnaht der inneren Wandung störend. Man vermindert die Wärmezufuhr durch diese, indem man sie schraubenförmig verlaufen läßt, wie ich es für die in der Reichsanstalt gebauten Gefäße angegeben habe. (Vgl. Abb. 3).

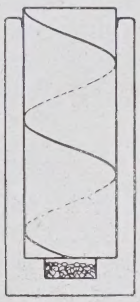


Abb. 3 Zylindrisches Vakuummantelgefäß mit schraubenförmiger Lötnaht des inneren Gefäßes.

### 3. Wärmezufuhr durch Strahlung.

Bezüglich der Wärmezufuhr durch Strahlung muß man zunächst beachten, daß es sich um Wärmestrahlung von verhältnismäßig großer Wellenlänge handelt. Für einen allseitig gleich temperierten Hohlraum, also z. B. den Vakuummantel der Flasche für den Fall, daß Innen- und Außenkugel gleiche Temperatur haben, ist die Wellenlänge der Strahlung, die in dem Hohlraum vorhanden ist, gegeben durch das Wien'sche Verschiebungsgesetz und das Wien-Planck'sche Strahlungsgesetz. Nach dem letzteren sieht die Abhängigkeit der Wellenlänge $\lambda$ von der Temperatur der Hohlraumwandung etwa so aus, wie Abb. 4 wiedergibt. Es gibt also eine Wellenlänge $\lambda_m$, bei der die Strahlung $E_\lambda$ ein Maximum ist. Zu beiden Seiten dieser Wellenlänge fällt die Intensität der Strahlung rasch ab. Ueber die Größe dieser Wellenlänge $\lambda_m$ gibt das Wien'sche Verschiebungsgesetz, das sich aus Planck's Gesetz ableiten läßt, Auskunft. $\lambda_m T$ ist, wenn $T$ die absolute Temperatur ist, eine Konstante, und zwar = 0,288 cm Grad. Berechnet man danach $\lambda_m$, indem man von dem Unterschied, der dadurch hineinkommt, daß hier die Zwischenräume nicht allseitig gleiche Temperatur haben, absieht, so findet man für die Temperatur 290° der Außenwandung $\lambda_m = 10\ \mu$, also 0,01 mm, für eine Temperatur $T = 81{,}5°$, wie sie der Füllung der inneren Kugel mit flüssiger Luft entspricht, $\lambda_m = 35\ \mu$ oder 0,035 mm, für die Temperatur $T = 20{,}4°$, wie sie der Füllung der inneren Hohlkugel mit flüssigem Wasserstoff entspricht, $\lambda_m = 140\ \mu$ oder 0,14 mm. Wir haben es demnach hier schon mit recht großen Wellenlängen der Strahlung zu tun. Eine derartige Strahlung wird auch von Flächen, die uneben, also nicht blank sind, gut reflektiert. Es kommt nicht darauf an, daß die Innenflächen schön poliert, etwa blank vernickelt sind. Tatsächlich ist auch der Silberniederschlag auf den Innenflächen der Thermosflasche vollständig matt,

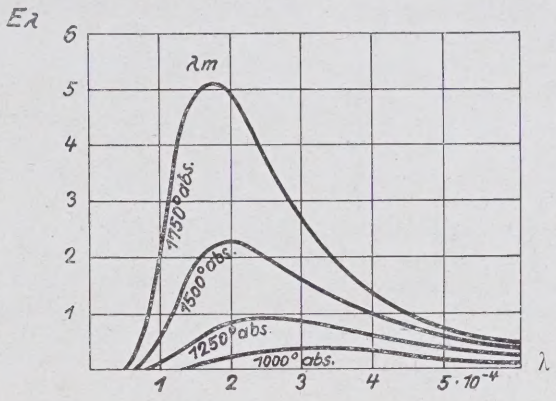



Abb. 4. Planksches Strahlungsgesetz.

wie man an Stücken einer zersprungenen Flasche sieht. Nur die nach der Glasfläche zu liegenden Seiten der Silberfläche sind blank. Für die hier vorliegende langwellige Wärmestrahlung ist das Reflexionsvermögen an den Innenwänden gegeben durch das elektrische Leitvermögen $\varkappa$ der Wände. Fallen die Wärmestrahlen auf die Metallfläche senkrecht auf, so ist das Reflektionsvermögen, also der Bruchteil der reflektierten Strahlung in 1. Näherung gegeben durch

$$R = \frac{(\sqrt{\varkappa\tau} - 1)^2 + \varkappa\tau}{(\sqrt{\varkappa\tau} + 1)^2 + \varkappa\tau}, \qquad (4)$$

wenn $\tau$ die Schwingungszahl der auffallenden Strahlung ist, die ja zu ihrer Wellenlänge $\lambda$ in einfacher Beziehung steht. Auch bei schiefer Inzidenz ist das Reflexionsvermögen aus der Leitfähigkeit zu berechnen.

Es fragt sich, in welchem Zusammenhange die zwischen den beiden Flächen übertragene Wärmemenge mit dem Reflexionsvermögen steht. Diese Frage, die allgemein, d. h. unter Berücksichtigung der schiefwinkligen Inzidenz der Strahlung, früher noch nicht behandelt wurde, haben Herr Voigt und ich näher untersucht[1]). Man kann sie streng behandeln, indem man ausgeht von den Strahlungen, die bei der Temperatur der betreffenden Wandung in einer bestimmten Richtung von der äußeren und inneren Wandung emittiert werden. Diese Strahlungen werden in wechselseitigem Spiel von den Wandungen, auf die sie auftreffen, unendlich oft, z. T. reflektiert, z. T. absorbiert, und indem man die Summe über die sämtlich dabei in der Innenwandung steckenbleibende Wärme bildet, erhält man schließlich die gesamte durch Strahlung auf die innere Hohlkugel übertragene Wärme. Um die emittierte Strahlung selbst zu berechnen, muß man den Kirchhoff'schen Satz für

[1]) Näheres siehe in der S. 42 zitierten Veröffentlichung von Meißner und Voigt.

die Beziehung zwischen Emissionsvermögen und Absorptionsvermögen und das Stephan-Boltzmann'sche Gesetz für die Größe der Emission einer vollkommen schwarzen Oberfläche benutzen. Die Rechnung, auf die ich hier im einzelnen nicht eingehen kann, ergibt schließlich: Die gesamte in der inneren Kugel absorbierte Strahlungsenergie ist

$$W_S = \sigma T'^4 \int_0^{\pi/2} \left[\frac{A'_{\parallel} A''_{\parallel}}{1-R'_{\parallel} R''_{\parallel}} + \frac{A'_{\perp} A''_{\perp}}{1-R'_{\perp} R''_{\perp}}\right]_{\tau'} \cos\vartheta \sin\vartheta \, d\vartheta \qquad (5)$$

$$- \sigma T''^4 \int_0^{\pi/2} \left[\frac{A'_{\parallel} A''_{\parallel}}{1-R'_{\parallel} R''_{\parallel}} + \frac{A'_{\perp} A''_{\perp}}{1-R'_{\perp} R''_{\perp}}\right]_{\tau''} \cos\vartheta \sin\vartheta \, d\vartheta$$

Die Zeichen $\parallel$ und $\perp$ beziehen sich auf die $\parallel$ und $\perp$ zur Einfallsebene polarisierten Strahlen. Die mit einem Akzent versehenen Größen gelten für die äußere Wandung, die mit zwei Akzenten versehenen Größen für die innere Wandung. Die Größe $R_{\parallel}$ und $R_{\perp}$ sind in Abhängigkeit vom Winkel $\vartheta$ und der Leitfähigkeit $\varkappa$ gegeben durch

$$R_{\parallel} = \frac{(\sqrt{\varkappa\tau} - \cos\vartheta)^2 + \varkappa\tau}{(\sqrt{\varkappa\tau} + \cos\vartheta)^2 + \varkappa\tau}; \qquad R_{\perp} = \frac{\left(\sqrt{\varkappa\tau} - \frac{1}{\cos\vartheta}\right)^2 + \varkappa\tau}{\left(\sqrt{\varkappa\tau} + \frac{1}{\cos\vartheta}\right)^2 + \varkappa\tau}, \qquad (6)$$

wobei $\tau$ wieder, wie in (4), die Schwingungszahl ist. Ferner ist das Absorptionsvermögen $A$ in (5) gegeben durch $A = 1-R$.

Eine Diskussion der Formel (5) ergibt, daß die Wärmeübertragung um so geringer ist, je besser die elektrische Leitfähigkeit der inneren und der äußeren Kugel ist, während es, wie schon oben betont, auf gute Politur der Fläche garnicht ankommt, wenn nur die Oberfläche wirklich metallisch ist.

Nun dringen die Strahlen in das Metall nur außerordentlich wenig ein. Die Rechnung zeigt, daß es völlig genügt, wenn das elektrische Leitvermögen bis zu einer Tiefe von einigen $\mu$ gut ist. Es reicht also aus, die Innenwandung mit einem elektrisch gut leitenden Metallüberzug zu versehen. Die beste elektrische Leitfähigkeit bei Zimmertemperatur hat Silber, wie Zahlentafel 2 zeigt. Beinahe ebenso gut leitet Kupfer, und bei beiden ist die Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit mit sinkender Temperatur von derselben Größenordnung. Beide sind also fast gleich gut geeignet zum Bedecken der Innenwandung der Vakuummantelflaschen. Sehr viel schlechter ist schon Nickel, dessen Leitfähigkeit nur den 6. Teil von der des Kupfers ist und außerdem mit sinkender Temperatur viel weniger stark abnimmt als die des Kupfers. Nickel ist nämlich längst nicht so rein herzustellen wie Kupfer, und jede Verunreinigung beeinträchtigt die elektrische Leitfähigkeit in tiefen Temperaturen sehr stark. Es empfiehlt sich also keineswegs die Vakuummantelflaschen, so schön es auch aussehen mag, innen blank zu vernickeln. Ein matter Kupferüberzug ist sehr viel besser.

Zahlentafel 2. Spezifischer elektrischer Widerstand $\varrho$ der verwendeten Metalle bei 18° C in $\Omega$ cm.

| Material | Spezifischer elektrischer Widerstand $\varrho$ |
|---|---|
| Silber | $16 \cdot 10^{-7}$ |
| Kupfer | $17 \cdot 10^{-7}$ |
| Nickel | $100 \cdot 10^{-7}$ |
| Eisen | $100 \cdot 10^{-7}$ |
| Neusilber | $520 \cdot 10^{-7}$ |
| Messing | $80 \cdot 10^{-7}$ |

Da wir sahen, daß es auf geringe Wärmeleitfähigkeit in der inneren Hohlkugel wenig ankommt, würde es am einfachsten sein, Innen- und Außenwandung aus massivem Kupfer anzufertigen und nur vor dem Zusammensetzen gut zu reinigen. Die Sprengluftgesellschaft verwendet jetzt wieder Messing mit 72% Kupfergehalt, das sie wegen der höheren Festigkeit dem Kupfer vorzieht. Die Verwendung von Neusilber für die innere Hohlkugel und von Eisen für die äußere Hohlkugel, wie sie nach dem Kriege bei der Sprengluft-Gesellschaft eine Zeit lang wegen Messingmangels nötig war, ist jedenfalls ohne Verkupferung oder Versilberung besonders ungünstig. Die Leitfähigkeit des Eisens beträgt nach Zahlentafel 2 nur $^1/_6$, die Leitfähigkeit des Neusilbers sogar nur $^1/_{30}$ von der des Kupfers. Man kann also garnichts schlechteres tun, als die innere Kugel aus Neusilber anfertigen. Schon Messing, das früher und, wie erwähnt, jetzt wieder, von der Sprengluft-Gesellschaft verwendet wurde, ist sehr viel günstiger, da seine Leitfähigkeit immerhin $^1/_4$ von der des Kupfers ist und im Gegensatz zu der des Neusilbers mit sinkender Temperatur noch beträchtlich zunimmt.

Bei zylindrischen Gefäßen kann man, da die Kupfer- oder Silberschicht nur äußerst dünn zu sein braucht und die metallische Wärmeleitfähigkeit der dünnen Schicht keine Rolle spielt, die ganze innere Fläche versilbern oder verkupfern. Bei Flaschen mit engem Hals kann man die Versilberung oder Verkupferung an dem Hals fortlassen, da die Oberfläche des Halses dann so klein ist, daß die Wärmeübertragung durch Strahlung beim Hals keine Rolle spielt.

### 4. Wärmeübertragung durch Leitung in den Gasresten.

Um die Wärmeübertragung durch Leitung in den Gasresten möglichst klein zu machen, sollen die Gasreste durch die Adsorptionskohle nach Möglichkeit beseitigt werden. Es fragt sich, wie weit dies wirklich der Fall ist. Die Adsorptionskohle wird erst wirksam, wenn sie nach dem Einfüllen der flüssigen Luft oder des flüssigen Wasserstoffs stark abgekühlt ist. Die Metallwände geben, da sie wegen der erforderlichen Weichlötungen nicht wie die Metallteile in einer Verstärkerröhre hoch erhitzt werden kann, immer etwas Gas ab, wenn die Flasche warm ist. Und dieses in dem Vakuummantel befindliche Gas muß durch die Adsorptionskohle aufgenommen werden.

Wir wollen zunächst annehmen, daß die Adsorptionskohle dies in vollkommener Weise tun kann. Dann kommt es darauf an, wie schnell die Aufnahme erfolgt. Das ist im wesentlichen davon abhängig, wie groß die Strömungsquerschnitte sind,

die dem aufzunehmenden Gas beim Zutritt zu der Adsorptionskohle zur Verfügung stehen. Es handelt sich ja hier um Gas von sehr niedrigem Druck. Der Druck soll möglichst weitgehend, also möglichst unter $10^{-6}$ mm Quecksilbersäule erniedrigt werden. Bei derartigen kleinen Drucken gelten die Knudsenschen Formeln für die Gasströmung. Hat man eine kleine Oeffnung von der Fläche $F$ cm$^2$ in einer dünnen Wandung, ist der Druck auf einer Seite der Wandung $p$ Dynen/cm$^2$ und die Druck-Differenz zwischen beiden Seiten $\triangle p$ Dynen/cm$^2$, so ist das pro Sekunde durchströmende Volumen $V$ vom Druck $p$ gegeben durch

$$V = \frac{F}{\sqrt{2\pi\varrho_1}} \frac{\triangle p}{p}, \qquad (7)$$

wenn $\varrho_1$ die Dichte des Gases beim Druck 1 Dyn/cm$^2$ und der Versuchstemperatur ist. Nun waren in den Flaschen der Sprengluft-Gesellschaft die 4 Oeffnungen zum Kohle-Adsorptionsgefäß, die schon nur 3 mm

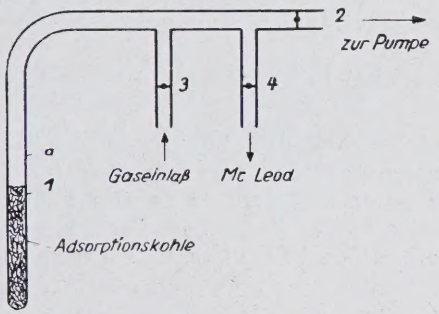



Abb. 5. Prüfung der Adsorptionskohle.

Durchmesser hatten, mit einem engmaschigen Drahtsieb und mit Papier bedeckt, in welches nur ein feiner Schlitz geschnitten war (vgl. Abb. 1). Infolgedessen war der Strömungsquerschnitt $F$ bei diesen Flaschen nur etwa $4 \times 10^{-3}$ cm$^2$. Nimmt man nun an, daß der Druck des zu adsorbierenden Gases im Mantelraum $5 \times 10^{-3}$ mm Quecksilbersäule beträgt und die Druckdifferenz ebenfalls $3 \times 10^{-3}$/mm Hg, so ergibt sich als Strömungsmenge für Luft etwa 10 cm$^3$/sek., falls die Kohle mit flüssigem Wasserstoff gekühlt ist. Da der Vakuummantelraum etwa 2 l Inhalt hat, so dauert es, wie man leicht weiter ausrechnen kann, bei derartig kleinen Oeffnungen zur Kohlenkammer, auch bei Verwendung der besten Adsorptionskohle, etwa eine halbe Stunde, bis ein Druck von der Größenordnung $10^{-6}$ mm Quecksilber erreicht wird, auch wenn man den Strömungswiderstand in der Kohle selbst vernachlässigt.

Zweitens ist nun zu untersuchen, wie gut wirklich die Adsorptionskohle bei so niedrigen Drucken wirksam ist. In der Reichsanstalt wurde von jeher, um hohes Vakuum zu erreichen, selbst hergestellte Kokosnußkohle als Adsorptionsmittel verwendet, während in den von der Sprengluft-Gesellschaft gelieferten 10-Literflaschen ein Gemisch von verschiedenen Adsorptionskohlesorten der I. G. Farbenindustrie A.-G. enthalten war. Herr Dr. Voigt und ich haben in der Reichsanstalt verschiedene Kohlesorten auf ihre Fähigkeit, Gas bei sehr kleinen Drucken zu adsorbieren, geprüft. Die Anordnung war folgende (Abb. 5). Ein Glasrohr $a$ war bis 1 mit Adsorptionskohle gefüllt und konnte mit Hilfe einer Diffusionspumpe über Hahn 2 unter ständigem Erwärmen der Adsorptionskohle sehr hoch evakuiert werden, sodaß man Drucke von weniger als $1 \times 10^{-6}$ mm Quecksilber im Glasrohr erreichte. Nachdem dies der Fall war, wurde in das Glasrohr durch den Hahn 3 hindurch ein wenig Luft oder Wasserstoff eingelassen, sodaß in dem Glasrohr ein Druck von einigen Hundertstel mm Quecksilber herrschte. Der Druck konnte über den Hahn 3 mit einem Mc Leodschen Manometer abgelesen werden. Nunmehr wurde der untere Teil des Rohres $a$, in dem sich die Adsorptionskohle befand, in flüssigen Wasserstoff oder flüssige Luft eingetaucht und die Abnahme des Druckes in dem Rohr am Mc Leod verfolgt. Die Ergebnisse, die man so mit verschiedenen Sorten Adsorptionskohle erhielt, gibt Zahlentafel 3 wieder.

Zahlentafel 3. Adsorption von Luft und Wasserstoff an verschiedenen Kohlesorten bei kleinen Drucken.

| Aeltere Kohle aus Flaschen der Arendt- (spätere Heylandt)-Gesellschaft[1]) Luft eingelassen | | Neuere Kohle von der Sprengluftgesellschaft[2]) Luft eingelassen | |
|---|---|---|---|
| Zeit seit Abkühlung mit fl. $H_2$ in Min. | Druck in mm Hg | Zeit seit Abkühlung mit fl. $H_2$ in Min. | Druck in mm Hg |
| 0 | 0,019 | 0 | 0,038 |
| 1,5 | 0,00018 | 0,5 | 0,0050 |
| 3,5 | 0,00007 | 3,5 | 0,00003 |
| 6,5 | 0,00003 | 6,0 | 0,00003 |
| 11,0 | 0,00002 | 11,0 | 0,00003 |

Selbstgebrannte Kokosnußkohle

| Luft eingelassen | | Wasserstoff eingelassen | |
|---|---|---|---|
| Zeit seit Abkühlung mit fl. $H_2$ in Min. | Druck in mm Hg | Zeit seit Abkühlung mit fl. $H_2$ in Min. | Druck in mm Hg |
| 0 | 0,061 | 0 | 0,00070 |
| 2 | 0,00002 | 2 | 0,00001 |
| 4 | 0,00001 | 4 | ~ Klebevak. |
| 8 | ~ Klebevak. | 8 | ~ Klebevak. |
| 12 | Klebevak. | 12 | Klebevak. |

Man sieht, daß die Nußkohle sehr viel besser ist, als die gewöhnlich verwendete Adsorptionskohle. Selbst bei Kühlung mit flüssigem Wasserstoff bleibt bei Verwendung der letzteren noch ein Restdruck von einigen Hunderttausendsteln mm Hg übrig, während bei Verwendung der Kokosnusskohle der Druck unmeßbar klein wird. Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse bei Abkühlung mit flüssiger Luft. Es muß hinzugefügt werden, daß die Verhältnisse durchaus anders sind, wenn es sich um Adsorption von Gasen handelt, die unter höherem Druck stehen. Nach Messungen, die Herr Kollege Dr. Otto mit aktivierter Holzkohle der I. G. Farbenindustrie und Kokosnusskohle anstellte, ist schon bei etwa 1 mm

[1]) Dem Aussehen nach nichtaktivierte Holzkohle.

[2]) Gemisch von Adsorptionskohlen der I. G. Farben-Industrie A.-G. Nach Angabe der Sprengluftgesellschaft wird diese Kohle verwendet, weil sie garantiert eisenfrei ist und gleichmäßig ausfällt. Früher sei auch Kokosnußkohle verwendet worden, deren Beschaffung im Großen aber zu schwierig sei.

Druck des zu adsorbierenden Gases die aktivierte Holzkohle der Kokosnußkohle überlegen. Seine Messungen, deren Ergebnisse er mir freundlichst zur Verfügung stellte, gaben z. B. die in Zahlentafel 4

Zahlentafel 4. Messungen von Otto über Adsorption von Luft an verschiedenen Kohlesorten bei höherem Druck und der Temperatur der flüssigen Luft.

| Kohlensorte | pro g Kohle adsorbierte Menge in ccm von 1 Atm. Druck | Enddruck bei der Adsorption |
|---|---|---|
| Kokosnußkohle | 29 | 0,80 mm Hg |
| Kohle AKTIV der I. G. Farben-A.-G. | 27 | 0,45 mm Hg |
| Kohle AKS 1000 der I. G. Farben-A.-G. | 31 | 0,50 mm Hg |

verzeichneten Zahlen. Jedenfalls ist die Nußkohle für Vakuummantelflaschen sehr viel geeigneter als die aktivierte Holzkohle. Sie hat vor der letzteren außerdem den großen Vorzug, daß sie viel härter ist. Es bildet sich bei ihrer Verwendung daher viel weniger leicht Kohlestaub als bei Benutzung der aktivierten Holzkohle. Gerade wegen dieses Kohlestaubes, der, falls er sich auf den Innenwandungen ablagert, die Wärmeübertragung durch Strahlung stark erhöht, ist die Sprengluft-Gesellschaft bei den für den Transport des flüssigen Sauerstoffes in Bergwerken zu Sprengzwecken benötigten Flaschen nach freundl. Mitteilung von Herrn Direktor Dr. Lisse dazu übergegangen, die Oeffnungen zum Adsorptionsgefäß nur sehr klein zu machen. Der Nachteil der langsamen Adsorption spiele im Bergbau wegen der dauernden Abkühlung der Flaschen nicht die Rolle wie die Außerbetriebsetzung bei Verstaubung der Flaschen. Bei Verwendung der Kokosnußkohle in Flaschen für Laboratoriumszwecke sind die engen Oeffnungen nicht nötig, besonders wenn die Kohle vor dem Einfüllen noch gut entstaubt wird. Eine Schwierigkeit ist vielleicht die Beschaffung von größeren Mengen von Kokosnußschalen. Es werden zwar in den großen Bäckereien sehr große Mengen Kokosnüsse verarbeitet, aber diese Kokosnüsse werden ohne Schalen importiert. Um große Mengen Kokosnußschalen zu erhalten, müßte man also wohl an den Gewinnungsorten der Kokosnüsse die sicherlich in sehr großen Mengen fortgeworfenen Schalen zu erfassen suchen.

Wie groß die Wärmeübertragung durch die Gasreste ist, läßt sich nach den Knudsen'schen Formeln für die Wärmeleitung sehr verdünnter Gase berechnen. Nach ihnen ist die übertragene Wärme

$$W_G = \eta p \sqrt{\frac{273}{T_0}} (T_1 - T_0) \text{ cal/cm}^2 \text{ sek.}, \quad (8)$$

wenn $T_1$ und $T_0$ die Wandtemperaturen und $p$ der Druck in mm Quecksilbersäule ist. Der Koeffizient $\eta$ hat für Luft als Gasrest den Wert $0{,}55 \cdot 10^{-2}$, für Wasserstoff als Gasrest den Wert $1{,}4 \cdot 10^{-2}$. Bei Füllung des Innengefäßes mit flüssiger Luft bezw. flüssigem Wasserstoff ergeben sich nach (8)

$$7700\ p \text{ bezw. } 20000\ p \text{ cal/cm}^2 \text{ st.},$$

falls die Gasreste Luft sind. Bestehen sie aus Wasserstoff, so sind diese Zahlen mit 2,7 zu multiplizieren.

### 5. Wärmeleitung und Strahlung von der Oeffnung des Gefäßes her.

Bei den Metallflaschen mit engem Hals ist die Wärmezufuhr durch Einstrahlung von der Oeffnung her und die Wärmeleitung durch das Gas im engen Hals gegenüber der metallischen Wärmeleitung in der Halswandung zu vernachlässigen. Bei den zylindrischen Gefäßen ist dies keineswegs der Fall. Aber die von der Oeffnung her zugeführte Wärmemenge hängt so sehr von den Einzelheiten der experimentellen Anordnung, d. h. der Art des Verschlusses, den eingebauten Apparaten usw. ab, daß ich hier nicht näher auf diese Art der Wärmezufuhr eingehen will, umsomehr als sie sich durch konstruktive Maßnahmen an dem Gefäß selbst nicht beeinflussen läßt.

Bei Glasgefäßen mit Sichtstreifen kommt außerdem noch die Wärmezufuhr durch dieselben in Betracht, die sehr beträchtlich ist, sodaß die Verdampfung in solchen Gefäßen oft mehr als doppelt so groß ist wie in den entsprechenden Gefäßen ohne Sichtstreifen.

### 6. Die in der Reichsanstalt verwendeten Gefäße für flüssigen Wasserstoff.

Entsprechend den vorstehend dargelegten Erkenntnissen über das, was wesentlich für die Herabdrückung der Kälteverluste in den Vakuummantelflaschen ist, wurden die zwei von der Sprengluft-Gesellschaft erhaltenen 10 l-Flaschen, bei denen die Innenwandungen noch aus Neusilber, die Außenwandungen aus Eisen bestanden, und die die oben geschilderten kleinen Oeffnungen zum Adsorptionsgefäß besaßen, folgendermaßen umgebaut:

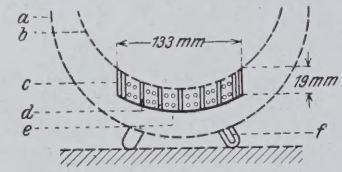



Abb 6. Neues Gefäß für Adsorptionskohle.

a) Aeußere Wandung
b) Innere Wandung
c) Gefäß aus 0,3 mm Kupferblech
d) 40 Einschnitte 2 mm breit
e) 40 Löcher, 3 mm Durchmesser
f) Kupferrohr zum Evakuieren des Mantelraumes.

Das Gefäß für Adsorptionskohle, für welches wir natürlich dem Vorstehenden entsprechend Kokosnußkohle verwenden, haben wir entsprechend Abb. 6 ausgebildet: Es ist aus Kupfer hergestellt und außerdem versilbert und hat reichlich große Schlitze und Löcher, die nur so eng sind, daß die Stücke der Adsorptionskohle nicht herausfallen können.

Die Innenwandungen der Flaschen wurden mit Ausnahme der Halsoberfläche versilbert, wobei sich bei dem äußeren Eisenmantel eine vorhergehende Verkupferung als notwendig erwies. Neuerdings werden, wie schon weiter oben bemerkt, die Außenwandungen nicht mehr aus Eisen, sondern aus Messing mit hohem Kupfergehalt angefertigt, sodaß sofortiges Versilbern möglich wäre. Bei dem Evakuieren des Mantelraumes wurde folgendermaßen verfahren (Abb. 7):

Die Flasche wurde in einen elektrischen Heizofen für Temperaturen bis etwa 120° C so eingebaut, daß der aus dem Ofen herausragende Hals an einer Schale einer über dem Ofen befindlichen Waage befestigt werden konnte. Infolge der Aufhängung an der Waage konnte vor dem Abnehmen der Flasche von der Diffusionspumpe die pro Stunde in ihr verdampfte Menge Luft festgestellt werden, sodaß man sich vergewissern konnte, daß die Flasche in Ordnung war. Die Flasche wurde so lange ausgepumpt, bis nach Abkühlung des Ofens auf Zimmertemperatur in dem Vakuummantel Klebevakuum, d. h. weniger als $10^{-6}$ mm Hg Druck, herrschte. Die Güte des Vakuums wurde sodann mehrere Tage lang durch Messungen verfolgt. Diese ergaben, daß der Druck in einem Jahr höchstens um 0,025 mm Hg ansteigt, so daß die Flasche erst nach einigen Jahren neu evakuiert zu werden braucht.

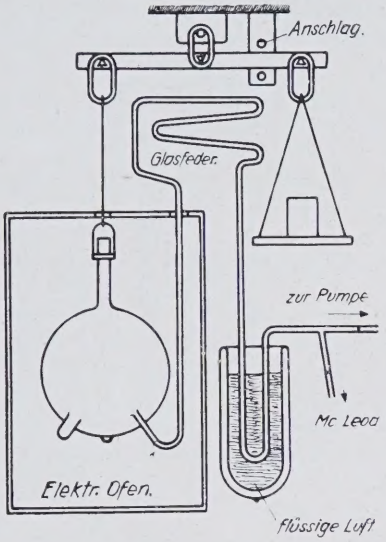



Abb. 7. Evakuieren, Prüfen und Verschließen der Gefäße.

Um die Flasche von der Pumpe trennen zu können, war folgende Vorrichtung angebracht: In die äußere Wandung war ein Kupferrohr eingelötet, welches mit einer Stahlklemme zugeklemmt, sodann abgeschnitten und mit Zinn verlötet werden konnte. Besondere Versuche zeigten nämlich, daß beim Abklemmen eines Bleirohres das Eindringen von Luft ohne besondere Vorkehrungen vor dem Zulöten nicht zuverlässig vermieden wurde. Nach freundlicher Mitteilung der Sprengluft-Gesellschaft verzinnt sie das Bleirohr innen und benutzt zum Abklemmen eine erhitzte Spezialzange, sodaß das Zinn zusammenschmilzt. Früher habe sie auch Kupferrohre verwendet. Man kann auch, wie es früher im Kältelaboratorium geschah, ein innen stark verzinntes U-Rohr aus Kupfer benutzen, in dem man zum Verschluß das Zinn zusammenlaufen läßt. Doch ist das einfache Abklemmen des Kupferrohres am bequemsten und völlig einwandfrei.

Welche Ergebnisse mit den so umgebauten Vakuummantelflaschen erzielt wurden und wie diese mit den nach der Theorie berechneten Werten übereinstimmen, zeigt Zahlentafel 5. In ihr ist die Wärmeübertragung durch Wärmeleitung der Gasreste

Zahlentafel 5. Verdampfung von flüssiger Luft (fl. L.) und flüssigem Wasserstoff (fl. $H_2$) und die entsprechenden zugeführten Wärmemengen in Vakuummantelflaschen aus Metall.

| Metallflasche | Ohne Versilberung der Innenflächen: Gefüllt mit Liter | Experimentell: Verdampfung in g/h | Experimentell: Verdampfung in g/cm²h | Theoretisch: Wärmemenge, zugeführt durch Strahlung in cal/cm²h | Theoretisch: Wärmemenge, zugeführt durch Wärmeleitung im Metall in cal/cm²h | Theoretisch: Wärmemenge, zugeführt durch zusammen (Kolonne 5+6) in cal/cm²h | Theoretisch: Verdampfung in g/cm²h | Metallflasche | Mit Versilberung der Innenflächen: Gefüllt mit Liter | Experimentell: Verdampfung in g/h | Experimentell: Verdampfung in g/cm²h | Theoretisch: Wärmemenge, zugeführt durch Strahlung in cal/cm²h | Theoretisch: Wärmemenge, zugeführt durch Wärmeleitung im Metall cal/cm²h | Theoretisch: Wärmemenge, zugeführt durch zusammen (Kolonne 13+14) in cal/cm²n | Theoretisch: Verdampfung in cal/cm²h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Nr. 51203 | 1,0 fl. L. | 54,5 | 0,024 | 1,32 | 0,328 | 1,65 | 0,033 | Nr. 51203 | 4,8 fl. L. | 43,4 | 0,019 | 0,266 | 0,328 | 0,594 | 0,012 |
| | 2,8 fl. L. | 56,0 | 0,025 | 1,32 | 0,328 | 1,65 | 0,033 | | — | — | — | — | — | — | — |
| | fl. $H_2$ | — | — | 1,32 | 0,423 | 1,74 | 0,016 | | 4,0 fl. $H_2$ | 15,0 | 0,0067 | 0,068 | 0,423 | 0,491 | 0,0046 |
| Nr. 51202 | 1,1 fl. L. | 50,6 | 0,023 | 1,32 | 0,328 | 1,65 | 0,033 | Nr. 51202 | 3,6 fl. L. | 33,0 | 0,015 | 0,266 | 0,328 | 0,594 | 0,012 |
| | 1,5 fl. L. | 51,7 | 0,023 | 1,32 | 0,328 | 1,65 | 0,033 | | — | — | — | — | — | — | — |
| | 5,6 fl. L. | 51,7 | 0,023 | 1,32 | 0,328 | 1,65 | 0,033 | | — | — | — | — | — | — | — |
| | fl. $H_2$ | — | — | 1,32 | 0,423 | 1,74 | 0,016 | | 9,6 fl. $H_2$ | 18,0 | 0,0080 | 0,068 | 0,423 | 0,491 | 0,0046 |

nicht berücksichtigt, da sie sich rechnerisch wegen der ungenügenden Kenntnis des Druckes nicht gut ermitteln läßt, und da sie bei Verwendung von Kokosnußkohle völlig zu vernachlässigen ist. Denn nach (8) ist dann $q_g < 0{,}02$ cal/cm² h, während nach Zahlentafel 5 die Wärmezufuhr durch Leitung im Hals 0,4 cal/cm² h beträgt.

Durch die Versilberung wird, wie man aus Zahlentafel 5 sieht, bei Füllung mit flüssiger Luft die Verdampfung etwa auf die Hälfte herabgedrückt, wobei Rechnung und Versuch gut übereinstimmen. Bei Füllung mit flüssigem Wasserstoff bewirkt die Versilberung, daß die Verdampfung etwa auf den vierten Teil zurückgeht. Hierbei ist der rechnerisch ermittelte Betrag zugrunde gelegt worden, da durch Versuch wegen schlechter Wirksamkeit der Adsorptionskohle und zu starker Verdampfung des Wasserstoffs ja kein Wert gewonnen werden konnte.

Will man bei Füllung mit flüssigem Wasserstoff den Unterschied zwischen dem theoretischen und

dem experimentellen Wert der Verdampfung darauf schieben, daß praktisch die Zustrahlung nicht soweit herabgesetzt ist, wie angenommen wurde, so ergibt sich, daß 0,35 statt 0,07 $\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2\,\text{h}}$ durch Strahlung der inneren Hohlkugel zugeführt werden, während diese Größe nach der Zahlentafel bei der unversilberten Flasche 1,32 $\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2\,\text{h}}$ beträgt. Danach wäre die Zustrahlung gegenüber der bei unversilberten Flächen zwar erheblich herabgesetzt, aber nicht auf den 20. Teil, wie es bei idealer Versilberung nach der Rechnung möglich sein sollte. Es dürfte praktisch noch nicht gelungen sein, die Silberoberfläche völlig frei von Oxyd oder dergleichen zu erhalten. Durch noch bessere Ausführung der Versilberung wird es also möglich sein, die Verdampfung noch etwas weiter herabzusetzen. Besonders wichtig wäre die Verbesserung der Versilberung dann, wenn man durch andere Ausführung des Halses die Wärmezufuhr durch metallische Leitung herabdrücken könnte. Die Strahlungsverluste, die ohne Versilberung dreimal so groß sind, wie die Verluste durch Wärmeleitung im metallenen Hals, werden bei vollkommener Versilberung so gering, daß sie nahezu belanglos sind. Deswegen hat die Befolgung des Vorschlages von Wiener, durch Anwendung einer Zwischenwand die Strahlung herabzudrücken, kaum praktische Bedeutung.

Die 10 l-Flaschen für flüssigen Wasserstoff sind jetzt schon so gut, daß sie den praktischen Anforderungen genügen. Insgesamt verdampfen in ihnen nach Zahlentafel 5 nur etwa 15 g flüssiger Wasserstoff pro Stunde. Zum Abkühlen der Flaschen sind ohne Vorkühlung mit flüssiger Luft nur etwa 25 g, d. h. etwa 350 $\text{cm}^3$ flüssigen Wasserstoffs erforderlich.

In zylindrischen Vakuummantelgefäßen von 108 mm Innendurchmesser, die nach demselben Grundsatz hergestellt wurden und deren Innen-Wandung aus innen versilbertem Neusilberblech von 0,1 mm Dicke besteht, verdampfen bei Verschluß mit einem Filzdeckel pro Stunde etwa 40 g Luft. Die Verdampfung in gleich großen Glasgefäßen, mit innen versilberten Wänden beträgt etwa ebensoviel, falls sie keine Sichtstreifen haben.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft bin ich für die Unterstützung der Arbeiten zu großem Danke verpflichtet.

# Beitrag zur Theorie der Luftverflüssigung.

Von M. Rabes, Mannheim.

(Schluß.)

## Die Claude-Maschine mit zweifacher Expansion.

Claude läßt, um den Arbeitsaufwand $AL/z$ zu verringern, die Luft in seinen Anlagen in der Weise arbeiten, daß sie zweimal entspannt und zwischen der ersten und der zweiten Expansion wieder erwärmt wird. Er führt den hierdurch erzielbaren Gewinn hauptsächlich auf die gleichen Ursachen, auf die sich der praktische Vorteil der Verbundausdehnung bei Dampfmaschinen gründet, zurück.

Das Schema einer Maschine zeigt Abb. 12. Im Querschnitt $b$ wird von dem Hochdruckluftstrom der Teil $z_1$ abgezweigt; er expandiert im ersten Zylinder (I) auf den Druck $p_3$, sinkt dabei auf tiefe Temperaturen, kühlt im Gegenstrom im Austauscherteil $\overline{af}$ den Hochdrucklufttteilstrom, der in Querschnitt $a$ vom Austauscher I aus fortgeführt worden ist, erwärmt sich, expandiert in Zylinder II auf Atmosphärendruck und tritt im Querschnitt $d$ wieder in den Hauptaustauscher zurück. Der Teil $z_2$ wird noch im Austauscherteil $\overline{fg}$ gekühlt, dann gedrosselt. Die Menge $z_a$ wird flüssig entnommen. $(z_2 - z_a)$ kg strömen zurück, kühlen längs $\overline{fg}$ die Hochdruckluft $z_2$ und werden dann der Niederdruckleitung im Querschnitt $c$ zugeführt.

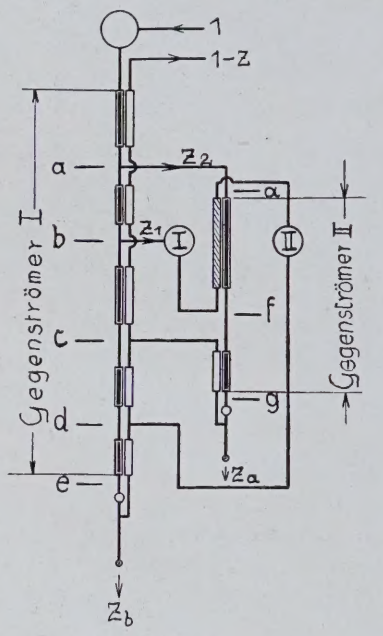



Abb. 12.

Die Hochdruckluft $(1 - z_1 - z_2)$ wird bis zum Querschnitt $e$ durch die Niederdruckluft gekühlt und durch das Drosselventil entspannt; $z_b$ kg flüssige Luft werden entnommen und $(1 - z_1 - z_2 - z_b)$ kg strömen zur Niederdruckschlange. Die Wärmebilanz des ganzen Systems liefert die Beziehung:

$$z = z_a + z_b = \frac{(i_1 - i_2) + z_1\ (i_{2d} - i_{3f}) + z_1\ (i_{3a} - i_{1d})}{(i_1 - i_1')} \qquad (24)$$

und wenn

$$\frac{i_{2b} - i_{3f} + i_{3a} - i_{1d}}{i_1 - i_1'} = e$$

gesetzt wird

$$z = c + z_1 \cdot e \qquad (25)$$

Für den Arbeitsaufwand findet man:

$$\frac{AL}{z} = \frac{T_u\ (s_1 - s_2)}{z} - (i_1 - i_1'), \qquad (26)$$

denselben Ausdruck wie für die Claude-Maschine mit einfacher Expansion. Für ein bestimmtes Expansionsgefälle $(i_{2b} - i_{3f} + i_{3a} - i_{1d})$ gibt deshalb auch das größte zulässige $z_1$ den niedrigsten Arbeitsaufwand an. Auf die Höhe des Arbeitsaufwandes wirken die folgenden Größen, welche man als unabhängige Variable ansehen kann, bei gegebenem $p_2$ ein: Der mittlere Druck $p_3$, die Luftmenge $z_2$, die Temperatur der Luft vor der ersten und vor der zweiten Expansion, der Wirkungsgrad der Expansion und die Temperatur, mit welcher $z_2$ in den Austauscher II eintritt. ($z_1$ ist nicht als unabhängig anzusehen,

da es stets den größten zulässigen Wert annehmen soll.)

Im folgenden wird nur der Einfluß von $T_{2b}$ und $T_{3a}$ für einen bestimmten Fall: $p_2 = 40$ ata, $p_3 = 10$ ata, $\eta_I = \eta_{II} = 0{,}6$ auf $AL/z$ untersucht. Ferner soll entweder im Querschnitt $f$ oder in einem zwischen $a$ und $f$ gelegenen Querschnitt die Temperaturdifferenz zwischen Mitteldruck- und Hochdruckluft im Gegenströmer II verschwinden.

Läßt man die Größen $i_{2a}$, $i_{2b}$, $i_{3a}$, $\eta_I$, $\eta_{II}$, $p_3$ und $z_1/z_2$ konstant, ändert nur $z_1$ und zeichnet die Temperaturlinien im $T$-$i$-Diagramm ein, so sieht man, daß sich mit zunehmendem $z_1$ die Temperaturlinien 1 der Temperaturlinie 2 rasch nähern. Durch graphische Interpolation der gezeichneten Linien findet man eine Temperaturlinie 1, welche die Isobare 2 gerade berührt und kann den zugehörigen (höchsten) Wert $z$, mit welchem der Prozeß gerade noch durchführbar ist, kurz Grenzwert $z$ genannt, ermitteln.

Da aus der Wärmebilanz für Gegenströmer II der Ausdruck

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{i_{2a} - i_{2f}}{i_{3a} - i_{3f}} = \beta \qquad (27)$$

hervorgeht, folgt, daß in einem Diagramm, in dem $i_{2b}$ und $i_{3a}$ als Ordinaten gewählt sind, zu jedem einzelnen Punkt ein zwischen zwei Grenzen stetig veränderlicher Wert $\beta$ (weil $T_{2a}$ jeden beliebigen zwischen $T_u$ und $T_{3f}$ gelegenen Wert annehmen kann) und zu jedem $\beta$ ein Grenzwert $z$ gehört. Denkt man sich über alle Punkte der $i_{2b} \div i_{3a}$ Ebene alle diese Grenzwerte $z$ aufgetragen, so erhält man einen Körper der nach oben durch eine Fläche der größten Grenzwerte $z$, nach unten durch eine Fläche der kleinsten Grenzwerte $z$ abgeschlossen wird. In dem Raum zwischen beiden Flächen liegen die Grenzwerte $z$ sämtlicher Prozesse, für welche sich die Temperaturlinien im Austauscher I mehrmals und im Austauscher II einmal berühren. In einigen durchgerechneten Fällen hatte eine sehr starke Aenderung der $\beta$-Werte nur ein geringes Schwanken der $z$-Werte zur Folge. Dabei entsprach dem größten $\beta$-Wert auch das maximale $z$ bzw. $z_1$. Die obere Fläche der Grenzwerte $z$ wird deshalb wahrscheinlich in größerem Bereich mit der Fläche der mit den maximalen $\beta$-Werten errechneten Grenzwerte $z$ übereinstimmen. Die maximalen $\beta$-Werte erhält man, wenn man in (27) $i_{2a} = i_2$ ($T_{2a} = T_u$) setzt. Die Hochdruckluftmenge $z_2$ wird in diesem Fall von dem oberen Ende des Austauschers I, direkt hinter dem Kompressor, aus fort zum Austauscher II geführt.

Es ergibt sich daher der folgende Rechnungsgang: Die zur Bestimmung von $\beta_{max}$ nötigen $i$-Werte sind durch die oben getroffenen Voraussetzungen festgelegt. Es werden verschiedene Verflüssigungsziffern $z$ angenommen und die dazu gehörigen Werte $z_1$, $z_2$, $z_a$ und $z_b$ errechnet. Zur Einzeichnung der Temperaturlinien in das $T$-$i$-Diagramm müssen die $i$-Werte an den Abzweigstellen des Gegenströmers errechnet werden, wobei man vom oberen oder unteren Ende aus Punkt für Punkt vorwärtsschreitet. Beispielsweise erhält man für eine Anordnung nach der Skizze 12:

$$(i_1 - \underline{i_{1a}}) \cdot (1 - z) = (i_2 - i_{2a})$$
$$(i_{1a} - \underline{i_{1b}}) \cdot (1 - z) = (i_{2a} - i_{2b}) \cdot (1 - z_2)$$
$$(i_{1b} - i_{1c}) \cdot (1 - z) = (i_{2b} - \underline{i_{2c}}) \cdot (1 - z_1 - z_2)$$
$$(i_{1c} - i_{1d}) \cdot (1 - z_2 - z_b) = (i_{2c} - \underline{i_{2d}}) \cdot (1 - z_1 - z_2)$$
$$(i_{1d} - i_1'') \cdot (1 - z_1 - z_2 - z_b) = (i_{2d} - i_{2e}) \cdot (1 - z_1 - z_2)$$
$$i_1'' = i_{1e}.$$

Die unterstrichenen $i$-Werte sind die in jeder Gleichung zu berechnenden Unbekannten. Die graphische Interpolation der Temperaturlinien liefert den gesuchten Grenzwert $z$. Dabei ist zu beachten, daß die Temperatur in der Hoch- und Niederdruckschlange stets vom oberen nach dem unteren Ende zu sinken muß, sodaß die Aufeinanderfolge der Querschnitte $a, b, c, d$ häufig von der in Abb. 12 gezeichneten abweichen wird. Die Projektion der Fläche der Grenzwerte $z$: ($\eta = 0{,}6$, $p_3 = 10$, $p_2 = 40$, $T_{2a} = T_2$) auf die $i_{2b} \div i_{3a}$-Ebene zeigt Diagramm 13. Die schräge Gerade, die das Diagramm nach unten zu begrenzt, entspricht dem Fall, daß die Luft nach der ersten Expansion nicht wieder erwärmt, sondern sofort weiter im zweiten Zylinder entspannt wird, $i_{3a} = i_{3f}$. Auf der gestrichelt ausgezogenen Kurve liegen die Grenzwerte $z$ der Prozesse, für welche im Austauscher $I$ dreimal und im Austauscher $II$ einmal die Temperaturdifferenz zwischen den Austauscherschlangen verschwindet. Diese Kurve besitzt ihren höchsten Wert $z = 0{,}165$ auf der erwähnten Geraden ($i_{3f} = i_{3a}$). Nach der einen Seite, im Diagramm rechts der gestrichelten Kurve, nehmen die $z$-Werte rasch, nach der andern beträchtlich langsamer ab. Die gestrichelte Kurve stellt also eine Kurve größter $z$-Werte dar, ähnlich wie die strichpunktierte Kurve in Abb. 9.

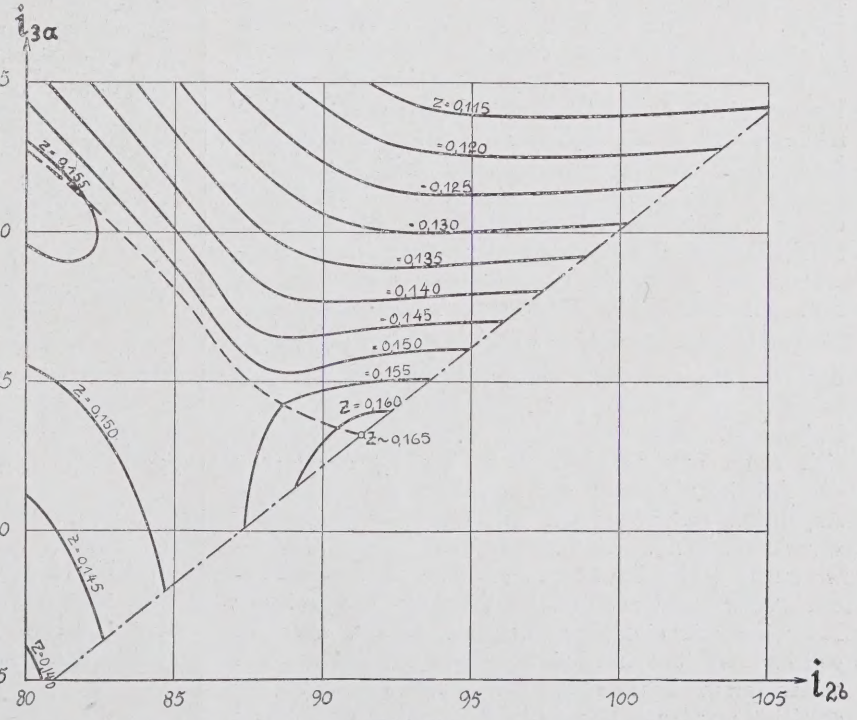



Abb. 13.

Die Claude-Maschine mit einfacher Expansion erreicht für $p_2 = 40$ ata, $\eta = 0{,}6$ den größten Wert $z \sim 0{,}151$, dieser Wert wird bei der Maschine mit zweifacher Expansion, wie Abb. 12 zeigt, innerhalb eines größeren Bereiches überschritten.

Abb. 14 zeigt den Temperaturverlauf im Austauscher *I* (schraffiert) und *II* (punktiert) für $i_{2b} = 80{,}0$ und $i_{3a} = 92{,}5$.

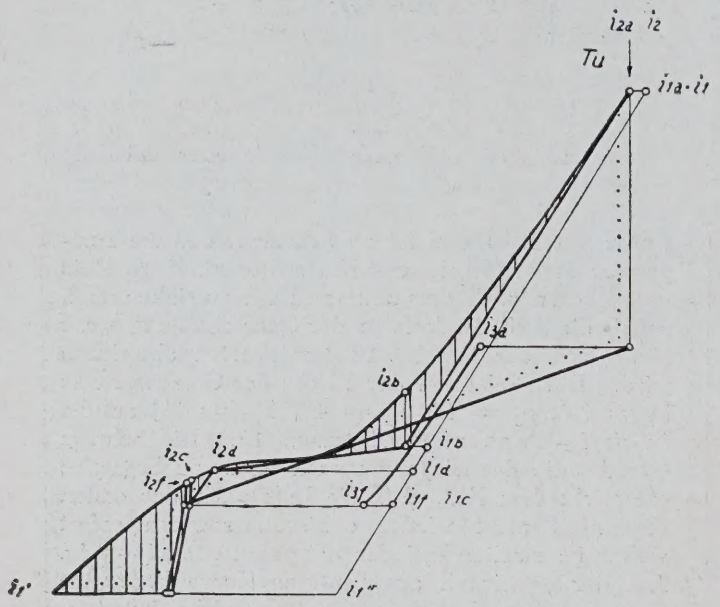



Abb. 14.

Die schräge Gerade in Abb. 13 enthält, wie angegeben, alle Punkte $i_{3a} = i_{3f}$. Wird $i_{3a}$ auf einer Kurve $i_{2b} =$ const. gegen $i_{3f}$ bewegt, so wächst $\beta_{max}$ sehr rasch mit abnehmender Differenz $(i_{3a} - i_{3f})$. Für $(i_{3a} - i_{3f}) = 0$ wird $\beta$ unendlich groß, $z_2 = z_1/\beta = 0$, $z_a = 0$, der Austauscher *II* kann fortfallen. Die Gerade stellt somit die Folge der Verflüssigungsziffern $z$ einer einfachen Maschine, Abb. 7, die nur mit zwei Expansionszylindern versehen ist, dar. Ein Vergleich der $z$-Werte mit den $z$-Werten der Maschine mit einem Expansionszylinder bei gleichem Wirkungsgrad in jedem einzelnen Zylinder zeigt die Ueberlegenheit der zweifachen Expansion. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der raschen Abnahme des adiabatischen Gefälles mit der Temperatur (Diagramm 15), denn die doppelte Expansion hält die Luft auf einem etwas höheren Temperaturniveau.

Der höchste Grenzwert $z$ des Diagramms 13 liegt auf der schrägen Geraden, wahrscheinlich wird das auch bei anderen Drücken $p_2$ und $p_3$ der Fall sein. Deshalb bietet diese Gerade die Möglichkeit, daß man sich einen raschen Ueberblick über die Aenderung des Arbeitsaufwandes der Maschine mit zweifacher Expansion gegenüber der mit einfacher Expansion verschaffen kann. Im Gegenströmer (ohne Zwischenwärmung) treten bei gleichem $z_1$ und gleichem gesamten Arbeitsgefälle dieselben Vorgänge wie bei der Maschine mit einfacher Entspannung auf, aber die gleiche Arbeit kann bei zweifacher Expansion mit schlechterem Wirkungsgrad im einzelnen Zylinder geleistet werden. Das *AL/z*-Diagramm der Maschine mit einem Expansionszylinder (Abb. 11) kann aus diesem Grunde ohne weiteres auf die Maschine mit zwei Zylindern ohne Zwischenwärmung übertragen werden, nur müssen dabei die Wirkungsgradlinien so verschoben gedacht werden, daß gleiche $z$-Werte in dem neuen (gedachten) Diagramm bereits mit einem niedrigeren Wirkungsgrad, bezogen auf den einzelnen Zylinder, erreicht werden.

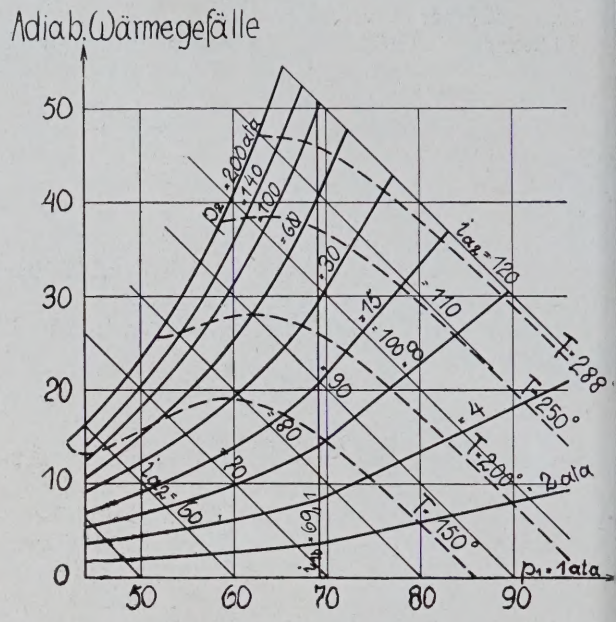



Abb. 15.

In dem Diagramm 15 können die Druckkurven $p_2 =$ const. rechts von der Gerade $i_1'' = 69{,}1$ mit ausgezeichneter Annäherung als Strahlen eines Strahlenbüschels, dessen Scheitel auf der Abscissenachse liegt, aufgefaßt werden. In Abb. 16 sei $p$ der Scheitel dieses Strahlenbüschels. Der Punkt 1 entspreche dem Zustand der Luft vor Beginn der Expansion, $h$ sei das adiabatische Wärmegefälle, 2 der Zwischenpunkt bei zweifacher Expansion, $\eta_1$ und $\eta_2$ der Wirkungsgrad in den einzelnen Zylindern bei einfacher und zweifacher Expansion. Bei zweifacher Expansion soll der Wirkungsgrad $\eta_2$ in beiden Zylindern gleich groß sein ($\eta_2 = \eta_{2I} = \eta_{2II}$). Die Kurven $i_{3a}$ bezw. $i_{1b} =$ const. sind unter 45° gegen die Abscisse geneigte Grade. Es muß dann bei gleicher Expansionsarbeit sein

$$\eta_1 \cdot h = \eta_2 \,(h - a) + \eta_2 \cdot C \qquad (28)$$

Ferner kann man aus der Figur ablesen:

$$\frac{x}{y} = \frac{e}{a} \qquad (29)$$

$$y = (1 - \eta_2) \cdot (h - a) - x \qquad (30)$$

und

$$c = a + x \cdot \frac{a}{e} \qquad (31)$$

Setzt man (30) in (29) ein, löst nach $x$ auf, führt die erhaltene Beziehung in (31) und den Ausdruck für $c$ in (28) ein, so erhält man nach einiger Umformung den Ausdruck

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = 1 + \frac{a \cdot (1 - \eta_2) \cdot (h - a)}{(a + e) \cdot h}.$$

Es wird eingeführt

$$a = \alpha \cdot h$$
$$(0 \leqq \alpha \leqq 1)$$

ferner

$$h = \beta \cdot e.$$

Dann erhält man

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = 1 + \frac{\alpha \cdot \beta \cdot (1 - \eta_2) \cdot (1 - \alpha)}{(\alpha \cdot \beta + 1)} \qquad (32)$$

Das heißt, die Vergrößerung des Wirkungsgrades $\eta_1$ gegenüber $\eta_2$ bei gleichem ausgenutztem Arbeitsgefäll, die in den Abb. 17 und 18 für verschiedene $\beta$-Werte dargestellt ist, hängt für die Ordinaten rechts von $i_1 = 69{,}1$ (Diagramm 15) nur von dem Hochdruck, durch $\beta$, dem Mtteldruck, durch $\alpha$ gekennzeichnet, und dem Wirkungsgrad, nicht von der Temperatur des Ausgangspunktes der Expansion ab. Dagegen hat links von der angeführten Ordinate die Temperatur infolge der dort auftretenden, nicht unerheblichen Krümmung der $p_2$ = const.-Kurven außer den anderen Faktoren Einfluß auf das Verhältuis $\eta_1/\eta_2$. Man erkennt aus der Beziehung (32), daß für $\alpha = 0$ oder $\alpha = 1$, oder für $\eta_2 = 1$ der Wirkungsgrad $\eta_1 = \eta_2$ werden muß. Setzt man $\eta_2 = 0$, so wird auch $\eta_1 = 0$. Der günstige Einfluß der zweifachen Expansion tritt bei einem Wert $\alpha \sim 0{,}35$ und einem mittleren $\eta_1 \sim 0{,}55$ am stärksten hervor.

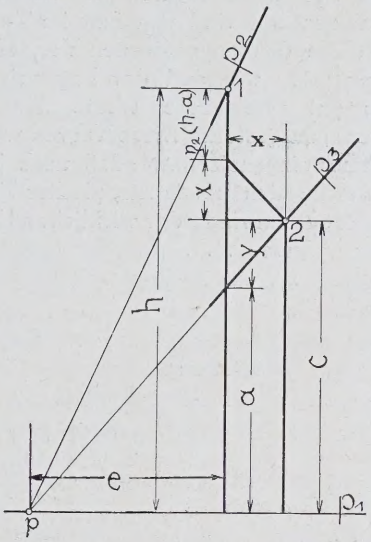



Abb. 16.

Man kann daher annehmen, daß in Diagramm 11 bei zweifacher Expansion bereits mit einem $\eta_2 = 0{,}54 \div 0{,}53$ der Arbeitsaufwand $AL/z$ erreicht wird, der bei einfacher Expansion erst mit einem Wirkungsgrad $\eta_1 = 0{,}6$ erreicht werden kann. Ist der Wirkungsgrad bei einfacher und zweifacher Entspannung gleich, etwa $\eta_1 = \eta_2 = 0{,}6$, so wird bei $p_2 =$

200 ata der Arbeitsaufwand von 335 auf ~ 300 kcal/kg
100 „ „ „ „ 345 „ ~ 310 „
40 „ „ „ „ 375 „ ~ 340 „

verringert, in allen drei Fällen also um rund 10 % verbessert.

Die Mitteldruckschlange, in welcher sich die Luft vor der zweiten Entspannung erwärmt, wird nach Abb. 12 in einem Austauscher II, der parallel zum Hauptaustauscher I liegt, angebracht. Die Schlange wird aber nach Claude praktisch auch so angeordnet, daß die zwei Austauscher hintereinander liegen und dabei zu einem einheitlichen Gegenströmer (Abb. 19) organisch verschmelzen. Die Führung der Luftmenge $z_1$, welche die zwei Expansionszylinder

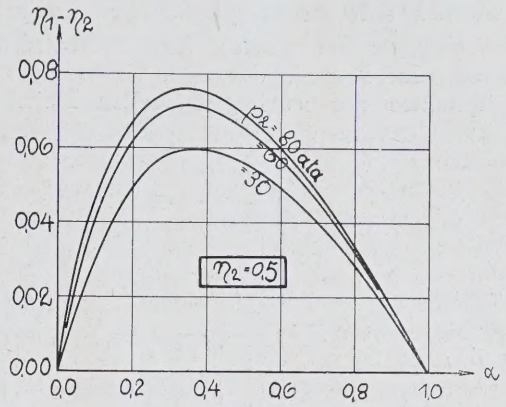



Abb. 17.

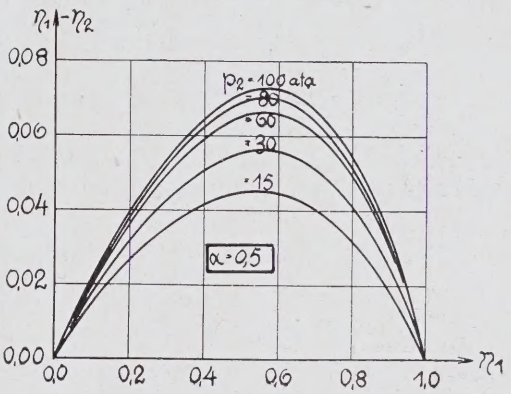



Abb. 18.

durchströmt, ist aus Abb. 19 zu erkennen. Die Verflüssigungsziffer und der Arbeitsaufwand werden nach Gl. (24) und (26) berechnet. Die Zahl der unabhängigen Variablen ist bei Hintereinanderschaltung kleiner (um $z_2$ und $T_{2a}$, Abb. 12) als bei Parallelschaltung, sodaß man für konstanten Wirkungsgrad der Entspannung, konstantes $p_2$ und $p_3$ über der $i_{2a} \div i_{3a}$ (Wärmeinhalte vor den Expansionszylindern) Ebene bei Parallelschaltung nur eine Fläche der Grenzwerte $z$ erhält. Die Projektion einer solchen Fläche für den schon bei Parallelschaltung angenommenen Fall: $p_2 = 40$ ata, $p_3 = 10$ ata, $\eta_2 = 0{,}6$ auf die $i_{2a} \div i_{3a}$ — Ebene zeigt Abb. 20. Die untere schräge Gerade, welche die Fläche begrenzt, ist identisch mit der schrägen Geraden in Abb. 13, gibt demnach die $z$-Werte der einfachen Maschine mit zweifacher Entspannung (ohne Zwischenerwärmung) an. Die obere Begrenzungslinie ist der graphische Ausdruck der Tatsache, daß infolge der konstruktiven Einordnung der Mitteldruckschlange die Temperatur $T_{3a}$ der Mitteldruckluft nicht die Temperatur $T_{2a}$ der Hochdruckluft überschreiten kann.

Die Fläche wird durch die gestrichelt ausgezogenen Kurven in drei Teile geteilt. In dem mit $\overline{ab}$ bezeichneten Bereich berühren sich bei Durchführung der Prozesse mit den Grenzwerten $z$ die Temperaturlinien im Austauscherteil $\overline{ab}$ tangential, in dem mit $\overline{bc}$ bezeichneten Bereich im Gegen-

strömerteil $\overline{bc}$ und in dem mit *c* bezeichneten Bereich berühren sich die Temperaturlinien (nicht tangential) im Querschnitt *c*. Die gestrichelten Linien, die bei plastischer Darstellung einem »Kamm« entsprechen, geben also die Grenzwerte *z* aller Prozesse wieder, bei welchen sich die Temperaturlinien zweimal im Austauscher $\overline{ac}$ (im ganzen Austauscher dreimal) berühren. Im Prozeß, der dem Grenzwert *z* des Schnittpunktes der zwei gestrichelten Linien entspricht, verschwindet die Temperaturdifferenz in drei bezw. vier Querschnitten.

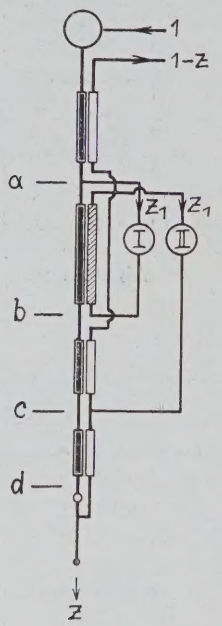



Abb. 19.

Der höchste Grenzwert *z* liegt bei der Anordnung »Hintereinanderschaltung« auch, wie in Diagramm 13, auf der Geraden, welche der Maschine ohne Zwischenerwärmung entspricht, sodaß man sich auch hier mit der Betrachtung auf die Maschine ohne Zwischenerwärmung beschränken kann.

### Vergleich.

Hausen[1]) berücksichtigt wohl zum ersten Male die Abhängigkeit des Arbeitsaufwandes von dem Verschwinden der Temperaturdifferenzen im Wärmeaustauscher der Claude-Maschine. Zur Berechnung der Expansionsarbeit sind von ihm im T-s-Diagramm Kurven, welche den angenäherten Verlauf der wirklichen Temperatur während der Expansion und »in der Praxis gut erreichbare Werte der Abkühlung wiedergeben«, dargestellt. Diese Kurven wurden unter der Annahme eingezeichnet, »daß nach je $10^0$ Abkühlung, welche sich bei isentropischer Entspannung ergeben würden, am Ende der wirklichen Entspannung infolge der Verluste . . . der Wärmeinhalt um 1,2 kcal größer ist als am Ende der isentropischen Entspannung«.

Der Wirkungsgrad der Expansion liegt nach diesen Kurven je nach der Größe des Druckes $p_2 (200 > p_2 > 0)$:

für $T_{1b} = 100^0$ zwischen 0,59 und 0,62,
für $T_{1b} = 140^0$ zwischen 0,57 und 0,64.

Da man annehmen kann, daß der Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Druck $p_2$ konstant bleibt oder sogar die Tendenz besitzt, mit steigendem Druck zu fallen, wird in dem jetzt folgenden Vergleich des theoretischen Arbeitsaufwandes mit dem Arbeitsbedarf, der für die verschiedenen Fälle praktisch festgestellt wurde, der Wirkungsgrad für die Heylandt- und Claude-Maschine konstant zu $\eta_1 = 0{,}6$ bzw. 0,62 angenommen. Bei Maschinen mit zweifacher Expansion soll der Wirkungsgrad $\eta_2$ in jedem Expansionszylinder diesen Werten gleich sein. Außerdem wird in einem dritten Fall angenommen, daß der Wirkungsgrad $\eta_2$ durch die Unterteilung des Gefälles bei zweifacher Expansion von 0,62 auf 0,65 verbessert wird. In Diagramm 11 werden die für die zweifache Expansion gültigen Werte aus den Kurven $\eta = (\eta_2 + 0{,}06)$ abgegriffen. 0,06 ist ein mittleres Maß für die früher erwähnte (gedachte) Verschiebung der Wirkungsgradkurven.

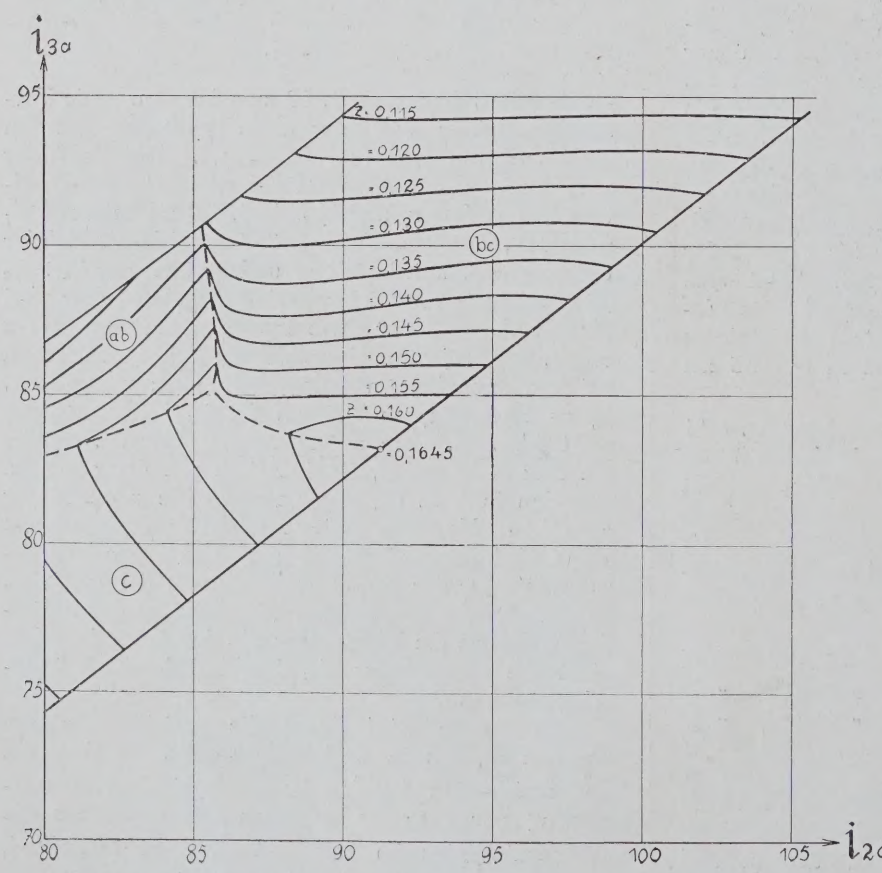



Abb. 20.

In der Zahlentafel sind drei verschiedene $AL/z$-Werte angegeben: $AL/z_{pr}$, der praktisch durch Versuche festgestellte Arbeitsaufwand,[2])

[1]) H. Hausen, Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie, 1925, S. 93, 109.

[2]) Pollitzer: Berichte der Fachausschüsse, V. D. E. Maschinenausschuß, Bericht Nr. 26.

($AL/z$), der Arbeitsaufwand, der unseren Berechnungen entspricht,
($AL/z_{eff}$), dieser dritte Wert geht aus $AL/z$ hervor, indem man nach Hausen die effektive Kompressionsarbeit gleich dem 1,69-fachen der isothermen Kompressionsarbeit setzt und den theoretischen Arbeitsaufwand der Kältemaschine mit 1,7 multipliziert, um den effektiven Arbeitsaufwand der Kältemaschine zu erhalten.

Die Spalte *pr* ist einer Zahlentafel von Pollitzer[1]) entnommen und gibt den praktischen Arbeitsbedarf der verschiedenen Maschinen in PS/kg an. In der Spalte *theor* ist der theoretische Arbeitsaufwand $AL/z$ einer beliebigen Maschine im Verhältnis zu dem Arbeitsaufwand $AL/z$ der Claude-Maschine mit zweifacher Expansion ($\eta_2 = 0{,}65$) gesetzt, und die so gewonnenen Verhältniszahlen sind noch mit 1,2 multipliziert worden, um diese Werte direkt mit den Zahlen der Spalte *pr* vergleichen zu können (Claude-Maschine mit doppelter Expansion als gemeinsamer Bezugspunkt). Die Spalte *eff* gibt entsprechend die mit 1,2 multiplizierten Verhältniszahlen des Arbeitsaufwandes ($AL/z_{eff}$) an. Wie man sieht, stimmt das Verhältnis der theoretischen und der errechneten effektiven Arbeit der verschiedenen Maschinen untereinander gut mit dem Verhältnis des gemessenen praktischen Arbeitsverbrauches überein.

Außerdem zeigt die Zahlentafel, daß die Durchführung des theoretischen Prozesses bei allen Maschinen (nahezu konstant) einen Arbeitsaufwand von $40 \div 45$ % der wirklich zugeführten Arbeit erfordern würde. $20 \div 30$ % der zugeführten Arbeit werden benutzt, um Verluste im Gegenströmer, die dadurch, daß die Temperaturdifferenz praktisch nicht verschwindet, daß die Isolation nicht vollkommen ist, daß Reibungswärme entsteht usw., hervorgerufen werden, zu decken.

Zusammengefaßt: Bei einem Arbeitsaufwand $(AL/z)_{pr} \sim 800$ kcal/kg entfallen
$\sim 20$ % auf den verlustlosen Arbeitsprozeß[1])
$\sim 20 \div 25$ % auf nicht umkehrbare Vorgänge im Austauscher und Expansionszylinder (Drosselung, Wärmeaustausch, Wandungsverlust),
$\sim 50 \div 55$ % auf die Erhöhung der Kompressionsarbeit (Abweichung von der Isotherme),
$\sim 30 \div 20$ % auf praktische Verluste im Gegenströmer.

[1]) 1 kg Luft wird durch isotherme Kompression und adiabatische Expansion verlustlos in den flüssigen Zustand 1' übergeführt. Die hierzu notwendige Arbeit beträgt 160,6 kcal/kg (Mollier, Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Industrie, 1909, S. 186).

Die Temperaturdifferenz in dem Gegenströmer wird praktisch nicht gleich Null. Man kann das dadurch berücksichtigen, daß man in der Entfernung $\triangle t = \text{const.}$ von der Isobare 2 eine Temperaturlinie 2 zeichnet und z. B. bei der Claude-Maschine mit einfacher Expansion die Temperaturlinie 1 sich auf dieser Aequidistanten abwälzen läßt. Man findet wie früher, daß bei konstantem $\triangle t$ (kleinste Temperaturdifferenz) durch Einbau der Kühlschlange einer Kältemaschine auch jetzt der niedrigste Arbeitsaufwand bei konstantem $\eta$ nur vergrößert wird, da die Gleichungen für $z$ (21) und $z_1$ (22) ihre Gültigkeit behalten. (Die Werte sind nur sinngemäß in diese Gleichungen einzusetzen).

Bei Linde-Anlagen ist jetzt der Schnittpunkt der Aequidistanten $\triangle t$ mit der Isobare 3 als Punkt $m$ aufzufassen. Mit wachsendem $\triangle t$ rückt deshalb $m$ nach höheren $i$-Werten vor, $z_1$ wird größer; im Querschnitt $b$ werden die Ausdrücke $a_b$ und $b_b$ kleiner. Das Nichtverschwinden der Temperaturdifferenzen ist hiernach doppelt fühlbar. Bei einer Lindeanlage Anordnung III, $T_b = 223^0$, $p_3 = 50$ ata, steigt der Arbeitsaufwand, wenn $L$ in keinem Querschnitt des Austauschers eine Temperaturdifferenz von $\triangle t = 4^0$ unterschritten werden soll, um $\sim 10$ % gegenüber dem Arbeitsaufwand einer Anlage mit vollkommenem Austauscher. Bei einer Claude-Anlage $p_2 = 40$ ata, $\eta = 0{,}6$, steigt der niedrigste Arbeitsaufwand, wenn man die Endtemperatur der Expansion konstant hält, für eine niedrigste Temperaturdifferenz $\triangle t = 4^0$ um $\sim 9$ %. $\eta$ müßte dabei auf 0,57 sinken. Hält man aber $\eta$ konstant (z. B. $\eta = 0{,}57$), ändert sich der Arbeitsaufwand in diesem Fall nur um 1,5%.

Die Unvollkommenheit des Austauschers führt also bei der Claude-Maschine dazu, daß sich die Entspannung bei gleichem Wirkungsgrad im Bereich etwas tieferer Temperaturen vollzieht, und daß sich dabei der Arbeitsaufwand nur wenig verändert.

| | $AL/z_{pr}$ kcal/kg | $AL/z$ kcal/kg | $AL/z_{eff}$ kcal/kg | pr.— PSh/kg | theor. | eff. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Linde-Maschine ohne Vorkühlung | | | | | | |
| mit einf. Entspannung | 2200 | 1040 | 1760 | 3,6 | 4,0 | 3,60 |
| mit dopp. Entspannung (III) | 1200 | 489 | 825 | 1,9 | 1,9 | 1,7 |
| " " " (I) | | 512 | 865 | | 2,0 | 1,7 |
| Linde-M. mit Vorkühlung $T_b = 238^0$ | | | | | | |
| mit einf. Entspannung | 1350 | 580 | 980 | 2,2 | 2,2 | 2,0 |
| mit dopp. Entspannung (III) | 800 | 325 | 550 | 1,3 | 1,3 | 1,1 |
| " " " (I) | | 345 | 585 | | 1,3 | 1,2 |
| Claude-Maschine | | | | | | |
| mit einf. Entsp. $\eta_1 = 0{,}6$ | 860 | 375 | 700 | 1,4 | 1,5 | 1,4 |
| " " " $= 0{,}62$ | | 360 | 665 | | 1,4 | 1,4 |
| mit zweif. Entsp. $\eta_2 = 0{,}6$ | | 340 | 630 | | | |
| " " " $= 0{,}62$ | 740 | 325 | 610 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| " " " $= 0{,}65$ | | 310 | 585 | | | |
| Heylandt-Maschine $\eta_1 = 0{,}6$ | 800 | 335 | 610 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| $= 0{,}62$ | | 320 | 585 | | 1,2 | 1,2 |

Der Vergleich auf Grund des »vollkommenen« Austauschers bringt die Linde-Anlage in relativ etwas zu günstige Stellung gegenüber der Claude-Maschine. Das scheint sich auch in der Tabelle bei Vergleich der Werte unter *eff* und *pr* bezw. unter $(AL/z)_{eff}$ $(AL/z)_{pr}$ zu zeigen.

Daß die theoretischen Ergebnisse so gut mit den praktischen Erfahrungswerten in Einklang stehen, ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Kälteverluste als Folge äußerer Wärmezufuhr sehr niedrig gehalten werden können und daß mit einer Vergrößerung der kleinsten zulässigen Temperaturdifferenz der Arbeitsaufwand nur wenig steigt.

Claude-, Linde- und Heylandt-Maschine sind unter den angegebenen Umständen praktisch gleich. Bei noch tieferer Unterkühlung zeigt sich die Linde-Maschine rein theoretisch etwas überlegen.

Die Luftverflüssigung ist unter anderem praktisch für die Zerlegung der Luft in Sauerstoff und Stickstoff von Bedeutung. Da der Arbeitsaufwand, wie früher angegeben, dabei beträchtlich niedriger als bei der reinen Luftverflüssigung ist, — die gesamten Gase werden möglichst wieder auf Umgebungstemperatur im Austauscher erwärmt — spielt die Größe des Austauschers bei Vergleich der verschiedenen Maschinen eine gewisse Rolle.[1]) Doch darf man in erster Annäherung wohl auch hier die drei Verfahren als nahezu gleichwertig ansehen.

---

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen.

**Die Wärmeverluste von Rohrleitungen im Erdreich.** Dr.-Ing. O. Krischer. Wärmeschutzwissenschaftliche Mitteilungen, (Rheinhold & Co., Berlin), 1930, Heft 1.

Die Arbeit behandelt die Grundlagen der Wärmeverlustberechnungen von Rohrleitungen im Erdreich im stationären Zustand, soweit dies rein theoretisch möglich ist.

**Der Wärmeübergang an Luft zwischen zwei ebenen parallelen Platten bei Wirbelströmung.** Erwin Haucke. Archiv für Wärmewirtschaft 1930, Heft 2.

Der Wärmeübergang von zwei ebenen parallelen Platten in 48 mm Abstand an einen durch den Spalt strömenden Luftstrom wurde bei aufgezwungener Strömung experimentell untersucht. Für die Wärmeübergangszahl wurde die Beziehung

$$\alpha = 7{,}93\ w^{0{,}71}\ L^{-0{,}29}\ \text{kcal/m}^2\ \text{h}\ ^0\text{C}$$

gefunden, wobei $w$ die Luftgeschwindigkeit in größerer Entfernung von der Wand in m/sek und $L$ die Länge des Spaltes in m bedeuten.

**Die umlaufenden Mengen in $CO_2$-Maschinen.** (Mass Circulation in $CO_2$-Machines). Hubert Mawson. Ice and Cold Storage. August 1929.

Es werden die umlaufenden Kältemittelmengen betrachtet beim gewöhnlichen, beim Multiple-Effekt- und beim Verbundprozeß.

[1]) H. Hausen, Z. f. d. ges. Kälteindustrie, 1925, S. 93, 109.

## Kälteverwendung.

**Kühllagerungsversuche mit verschiedenen Apfelsorten in den Perioden 1927/28 und 1928/29.**

Von Dr. K. Meyer und H. Keßler. Mitteilung aus der Schweizerischen Versuchsanstalt für Obst, Wein und Gartenbau in Wädenswil. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz, 1929, S. 727—784 mit 5 farbigen Tafeln.

Die Schweizerische Versuchsanstalt für Obst, Wein und Gartenbau hat schon eine Reihe sehr beachtenswerter Veröffentlichungen über die Kaltlagerung von verschiedenen Obstsorten herausgebracht, und auch der neu vorliegende Bericht legt Zeugnis von ungewöhnlich gründlicher und sorgfältiger Arbeit ab. Die Untersuchung beschränkt sich zwar ausschließlich auf Schweizer Apfelsorten, und die einzelnen Ergebnisse sind daher nicht ohne weiteres auf andere Sorten übertragbar. Es werden aber aus den Versuchen auch allgemein gültige Schlußfolgerungen gezogen, die zweifellos von sehr großem Interesse sind. Die Verfasser vergleichen die Verhältnisse der Schweiz einerseits mit denen von Südtirol und andererseits mit denen der Vereinigten Staaten. Südtirol ist für den Obst- und Weinbau hauptsächlich auf den Export eingerichtet. Die Verwendung von Obstkühlhäusern ist dort nicht dringend notwendig, weil man mit dem Verkauf bis spätestens Neujahr fertig ist und eine längere Haltbarkeit nicht verlangt wird. Die Obsthäuser sind daher keine Kühl-, sondern Sammel- und Packhäuser.

In den Vereinigten Staaten und in Kanada dagegen werden Obstkühlhäuser als unentbehrlich angesehen, weil eine viel längere Lagerung verlangt wird. Die Verhältnisse in der Schweiz liegen ähnlich, weil die Schweiz nicht allein Exportland ist, sondern hauptsächlich auf den inländischen Verbrauch angewiesen bleibt. Die Kaltlagerung des Obstes spielt daher hier neben einer geeigneten Auswahl der Sorten eine wesentliche Rolle.

Die Untersuchung zerfällt in einen allgemeinen und in einen speziellen Teil. Es wurde insbesondere der Einfluß der Vorlagerung bei höherer Temperatur auf die Haltbarkeit von 6 Apfelsorten studiert und ferner das allgemeine Verhalten von 14 Apfelsorten bei verschiedener Lagertemperatur. Neben der Haltbarkeit wurde auch dem Gewichtsverlust (Wasserverlust) volle Aufmerksamkeit gewidmet. Die Verfasser kommen zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Das Problem der Kühllagerung gewisser landwirtschaftlicher Produkte interessiert nicht nur die Landwirtschaft, es ist auch von größerer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Eine Erhöhung der Haltbarkeit, z. B. der Tafeläpfel, wie sie durch Kühllagerung erzielt werden kann, erleichtert eine systematische Belieferung der Konsumzentren bezüglich Zeit und Menge und ermöglicht eine bessere Ausnützung der einheimischen Produkte.

2. Die Einrichtung von Kühlanlagen und der Bau von Kühlhäusern ist eine kostspielige Sache. Ein Erfolg ist dann am ehesten gewährleistet, wenn Produzenten und Handel, resp. Absatzorganisationen zusammenarbeiten und derartige Bauten unter Berücksichtigung der Lage, Beschaffenheit, der Entwicklungs- und Organisationsmöglichkeiten des Lieferungsbezirks einerseits und der Absatzgebiete

andererseits, erstellt werden. Eine vielseitige Ausnützung der Kühlräume verbilligt den Betrieb (Kühlung von Obst, Obstweinen, Gemüsen, Eiern, Lohnkühlerei). Da, wo nur gewöhnliche Obsthäuser gebaut werden, sollte die Möglichkeit des Einbaues von Kühlräumen und Kühlmaschinen ins Auge gefaßt werden, damit solche eingerichtet werden können, wenn die Situation es angezeigt erscheinen läßt.

3. Das steigende Interesse für die Kühllagerung landwirtschaftlicher event. auch gärtnerischer Produkte rechtfertigt, ja verlangt eine Untersuchung dieser Erzeugnisse, insbesondere des Tafelobstes, auf ihre Lagerfähigkeit und ihre Ansprüche an Lagertemperaturen, Luftfeuchtigkeit und Verpackungsart.

4. Aus den bisherigen Versuchen mit Tafelobst ging hervor:

a) Tiefkühlung verlangsamt einerseits den Reifeprozeß des Obstes beträchtlich und erschwert andererseits die Entwicklung und Vermehrung der Fäulniserreger.

b) Die Wirkung nach beiden Richtungen hin nimmt, günstige Feuchtigkeitsgehalte der Lagerluft vorausgesetzt, mit abnehmender Lagertemperatur zu und erreicht ein Maximum und eine Grenze bei höchstens — 1,7 $^0$ C (Gefrierpunkt des Apfelfleisches).

c) Ein Lagerung bei tiefen Temperaturen (um 0 $^0$C.) ist nur dann gerechtfertigt, wenn die gekühlten Aepfel nicht nur langsam reifen, sondern sich auch geschmacklich völlig normal ausbilden, und keine auf Tiefkühlung zurückzuführenden physiologischen Krankheiten (Braunwerden usw.) in größerem Umfange aufweisen.

d) Für die Aufbewahrung bei 0$^0$ C und 1$^0$ C erwiesen sich bei den bisherigen Versuchen folgende Sorten als geeignet:

Berner Rosenapfel,
Boikenapfel,
Glockenapfel,
Goldreinette von Blenheim,
Mägenwiler,
Sauergrauech,
Winterzitrone,

also meist glattschalige Früchte. Rauhschalige Sorten, wie Schöner von Boskoop, Osnabrücker Reinette, Möriker und Pariser Rambour entwickelten und lagerten sich besser bei etwas höheren Lagertemperaturen (2,5 und 4$^0$ C).

e) Die Kühllagerung kann nur dann zur vollen Auswirkung kommen, wenn das Obst sofort nach der Ernte eingelagert wird. Jeder Einlagerungsverzug bei herbstlichen Temperaturen, und sei es auch nur ein solcher von wenigen Tagen, beschleunigt den Reifeprozeß und verkürzt die Haltbarkeitsdauer um Wochen und Monate.

f) Die Früchte sollen im Vollbesitz ihrer geschmacklichen und sonstigen Qualitäten oder besser noch etwas vor dem Eintritt dieses Stadiums das Kühlhaus verlassen, weil sie so die Aufbewahrung bei höheren Temperaturen in den Verkaufslokalitäten besser aushalten. Verwerflich ist es, das Obst erst auszulagern, wenn sich bereits Alterserscheinungen (Abnahme der Geschmackstoffe, Bräunung der Fruchthaut und des Fruchtfleisches) eingestellt haben.

g) Eine Einlagerung in Torf vermindert zwar die Wasserverluste, ist aber umständlich, bedingt ein Staubigwerden der Früchte und ist nur für Haushaltungszwecke oder für kleine Mengen am Platze. Vorteilhafter erwies sich ein Wickeln in Oelpapier oder Einlegen in geölte Papierschnitzel.

Das Studium dieser sehr wertvollen Arbeit kann allen Interessenten auf das wärmste empfohlen werden. R. Plank, Karlsruhe.

## Wärmeschutz.

**Wärmeeinstrahlung in isolierte Schiffskühlräume.** (The leakage of heat into ship's insulated holds), Departement of scientific and industrial research. Food Investigation Board, special report Nr. 34. London, 1929. Preis 1 Shilling. Verlag: H. M. Stationary Office, Adastral House, Kingsway, London WC 2 (In Deutschland A. Ascher & Co., Berlin W. 8, Behrenstr. 17).

Die Firma J. & E. Hall, Dartford, Kent hat gemeinsam mit dem Forschungsausschuß für Lebensmittel (Food Investigation Board) Versuche veranstaltet, um den Wärmedurchgang durch isolierte Flächen eines Kühlschiffes festzustellen. Dieser Wert ist schon früher auf Grundlage der Eintragungen der Kühlmaschinenjournale von Kühlschiffen während ihrer regelmäßigen Fahrten von der Fa. Hall berechnet worden, da es bei konstanter Temperatur gleichgültig ist, ob das Schiff leer oder beladen ist; diesmal wurden aber auch die Kälteverluste der einzelnen Räume gemessen und deren Zusammenhänge theoretisch untersucht. Das Schwierige dieser Forschung besteht hauptsächlich in der Messung der in den einzelnen Kreisläufen umlaufenden Solemenge.

Ein Kühlschiff wurde von der Reederei für diese Versuche zur Verfügung gestellt. Es hat 3 Decks, so daß in jedem vertikalen Abteil 3 Kühlräume liegen: unterer Raum, mittlerer Zwischendeckraum und oberer Zwischendeckraum. Es sind 4 vertikale Abteile für Kühlgut ausgerüstet, so daß insgesamt 12 unabhängige Kühlräume vorhanden sind, deren Nettorauminhalt etwa 11850 m$^3$ beträgt, bei einer Außenfläche von etwa 6400 m$^2$. Die Schiffsprovianträume wurden nicht gekühlt. Die Räume wurden durch 101 Solekreisläufe gekühlt, wobei die umlaufende Menge und die Soletemperaturen sowohl am Verdampfer wie auch in den einzelnen Kreisläufen gemessen wurden. Diese 2 Werte der Kälteleistung stimmten miteinander sowohl mit dem theoretisch errechneten (über $V_h$, $q_0$ und $\lambda$ nach Erfahrungen der Hersteller) gut überein, wobei die geringe Differenz aus den Kälteverlusten im isolierten Verdampferraum stammt. Die 2 liegenden doppelwirkenden $CO_2$-Kompressoren wurden beide angestellt und die Räume wurden von einer Temperatur von ca. +10$^0$ C in etwa 26 Stunden auf etwa —15$^0$ C heruntergekühlt, wobei die Außentemperatur etwa +10$^0$ C betrug. Um dann einen Beharrungszustand herzustellen, wurde das stündliche Hubvolumen auf etwa 25% vermindert, indem man mit einer Maschine arbeitete, die vordere Zylinderhälfte ausschaltete und die Umdrehungszahl verringerte. Da das Schiff für Tropenfahrt berechnet war, so ist dieses Ergebnis durchaus normal, denn das notwendige Hubvolumen einer $CO_2$-Schiffskühlmaschine ist angenähert dem Quadrat der zu erzielenden Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außentemperatur proportional.

(Siehe auch »Kälte-Industrie«, Dez. 28). Am Ende der ersten 38 Stunden trat der Beharrungszustand ein, der noch 17 Stunden aufrechterhalten wurde. Die Wärmedurchgangszahl der Isolierung jedes Raumes ermittelte man nach der Formel:

$$k = \frac{Q}{\Sigma F \cdot (t_a - t_r)}$$

Hier sind $F$ die nach außen gerichteten Flächen, $t_a$ und $t_r$ die Außen- und Raumtemperaturen.

Als Mittelwerte fand man

Obere Zwischendeckräume $k = 0{,}635$ kcal $\cdot$ m$^{-2} \cdot {}^0\text{C}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

Mittlere Zwischend. $k = 1{,}075$ „ „

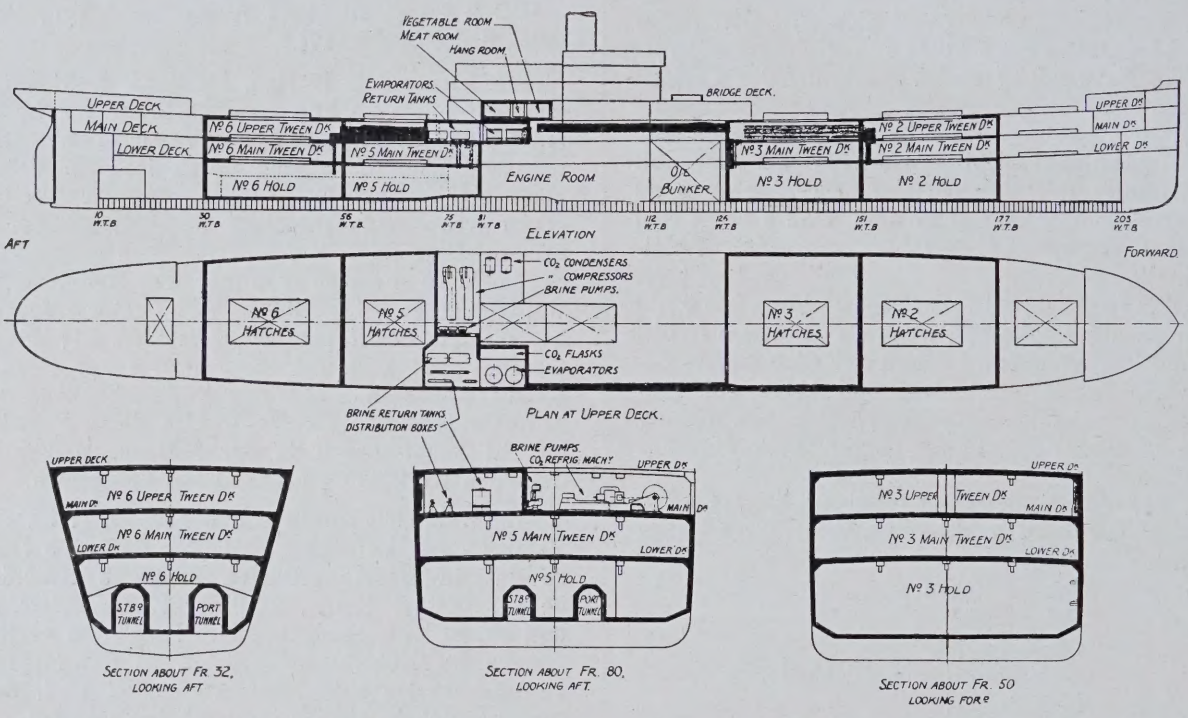
Untere Laderäume $k = 0{,}380$ „ „

des »Special Report Nr. 34« mehrfach betonen, daß die Größenordnung dieser Verluste (Wärmedurchgang durch die Isolierung) den entsprechenden Maschinenfabriken auch früher bekannt war.

Im Anschluß an diese Erprobungen sind besondere Forschungen über den Einfluß der Wärmebrücken innerhalb der Isolierung vorgenommen worden, die im Jahresbericht 1927 und im Special Report Nr. 35 des F. I. B. erwähnt sind.

Es sei hier noch bemerkt, daß im Special Report Nr. 34 der Wärmedurchgang längs beiderseitig isolierter Querschotte nicht berechnet ist, der bei diesem Schiffe kaum eine große Rolle spielen konnte, aber bei anderen Anordnungen nicht unbedeutend ist.

E. Joelson.




Die Verschiedenheit dieser Zahlen läßt sich gut durch das Eindringen der Wärme längs der eisernen Decks erklären. Da die Zwischendecks von oben nicht isoliert waren, so wurden die höher liegenden Räume mehr beeinflußt; verhältnismäßig wurde am meisten der für den mittleren Zwischendeckraum ermittelte $k$-Wert beeinflußt, da dieser Raum die geringste Außenfläche $F$ hat. Es wird angenommen, daß der Wärmedurchgang durch ein Zwischendeck etwa 2,4 kcal pro Stunde, $^0$C Temperaturdifferenz und laufenden Meter der Außenkante dieses Decks beträgt; wird der entsprechende Wert aus der Nettokälteleistung abgezogen, so bleibt für die Flächen ein Durchschnittswert von $k = 0{,}38$ für alle Schiffsräume.

Die mittlere Stärke der Korkschicht war bei diesem Schiff etwa 250 mm, was bei einer Wärmeleitzahl des Korkschrotes $\lambda = 0{,}041$ zu einer Wärmedurchgangszahl $k = 0{,}16$ führen müßte. Daß diese Zahl bei verschiedenen Flächen 2 bis 3,5 mal größer wird, ist durch innere Wärmebrücken (Spanten, Balken) zu erklären. Eine im Berichte enthaltene überschlägige Berechnung zeigt, daß dies auch theoretisch gut zu begründen ist. Die Prüfungen sind großzügig angelegt und ausgeführt worden und ihre Bedeutung kann nicht unterschätzt werden, obwohl die Verfasser

# Bücherbericht.

**Physikalisch-Chemisches Praktikum.** Von Dr. August Leonhard Bernoulli. 147 S., 28 Abb., 1 Tafel. Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart. Preis geheftet RM. 7.—, gebunden RM. 8,50.

**Deutsche technisch-wissenschaftliche Forschungsstätten.** Teil I: Technisch-wissenschaftliche Vereine. Bearbeitet von Dipl.-Ing. Boeck. Berlin 1930. VDI-Verlag G. m. b. H. DIN A 5, X/136 Seiten. Brosch. RM. 5,— (VDI-Mitgl. RM. 4,50).

Das Werk ist eine gründliche Neubearbeitung des 1921 herausgekommenen Buches von Dipl.-Ing. Wallich. »Deutsche Forschungsstätten technischer Arbeit«.

Der vorliegende erste Teil bringt Angaben über 182 Verbände und Vereine, die technisch-wissenschaftliche Arbeiten leisten oder ihre Durchführung unterstützen.

Einleitend werden Ziele und Aufgabenkreis dieser Vereine behandelt. Es folgen alphabetische und örtliche Verzeichnisse sowie eine Aufstellung derjenigen Zeitschriften, die von den Vereinen herausgegeben werden oder als Organe für ihre Veröffentlichungen dienen.

Der Hauptteil des Buches enthält genaue Angaben über jeden der 182 Vereine, wie Briefanschrift, Drahtanschrift, Fernsprecher, Gründungsjahr, Mitgliederzahl, Zweck und Arbeitgebiet. Die systematische Ordnung nach Fachgruppen erleichtert die Benutzung dieser Aufstellung. Ein Anhang gibt eine kurze Uebersicht über die rein naturwissenschaftlichen Vereine.

**Wärmewirtschaft im Kesselhaus.** Von Emil Praetorius. Band VIII der Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden. 428 Seiten, 151 Abb. Preis gebunden RM. 31,50.

Die vielen Versuche, die zur Einführung der Kohlenstaubfeuerung und des Hochdruckdampfes gemacht worden sind, waren allgemein von großem Nutzen für den gesamten Dampfkessel- und Feuerungsbau, der bedeutende Fortschritte in den letzten Jahren zu verzeichnen hat.

Der Verfasser, der durch viele Veröffentlichungen in den Fachzeitschriften bekannt ist, gibt in seinem Buche einen Ueberblick über den heutigen Stand des Dampfkesselwesens unter Berücksichtigung des neuesten Materials. Aus dem Titel des Buches geht schon hervor, daß es in erster Linie für den Betrieb geschrieben ist. Die konstruktiven Gesichtspunkte bei dem Bau von Dampferzeugungsanlagen sind nur kurz gestreift.

Der erste Teil des Buches umfaßt die wärmetechnischen Grundlagen, und zwar behandelt der Verfasser nach einer einleitenden Darstellung des Wesens und der Bedeutung der Wärmewirtschaft die Brennstoffe und deren Verbrennung, die Wärmeübertragung in der Dampferzeugungsanlage und die verschiedenen Wärmeverluste im Beharrungszustand des Kessels und auch bei Betriebsunterbrechungen. Auf mathematische Ableitungen hat der Verfasser verzichtet, dafür weitgehend die graphische Darstellung angewandt. Die Verwendung von Schaubildern bieten vor allem den Vorteil, daß der Leser sich schnell ein klares Bild der Gesetzmäßigkeiten verschaffen kann. Auch dem Betriebsleiter können sie zur Auswertung von Versuchsergebnissen von großem Nutzen sein, wenn auch manche Schaubilder nur unter bestimmten Voraussetzungen zutreffen. Der Verfasser zeigt an durchgerechneten Beispielen den Gebrauch solcher Schaubilder und die geringen Abweichungen, welche die dem Schaubild entnommenen Werte gegenüber genau errechneten aufweisen.

Im zweiten Teile des Buches werden die praktische Durchführung der Wärmewirtschaft und die Bestandteile der Kesselanlage behandelt. Bei dem großen Umfange des Stoffes konnte nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden. Der Verfasser hat deshalb in Fußnoten stets auf betreffende Berichte in den Fachzeitschriften hingewiesen, auch enthält das Buch ein ausführliches Literaturverzeichnis, sodaß dem Leser Gelegenheit gegeben ist, sich schnell über Einzelfragen zu unterrichten.

Die äußerst klare und übersichtliche Darstellung verdient hervorgehoben zu werden. Eine Zusammenstellung der gewählten Bezeichnungen und der wichtigsten Formeln ermöglicht eine leichte Orientierung für den Leser und macht das Buch auch als Nachschlagewerk geeignet.

Der Verfasser, der in seinem Buche eine große Sach- und Literaturkenntnis beweist, hat es verstanden, nur das Wesentliche und besonders die neueren Erkenntnisse aus dem gewaltigen Stoffe hervorzuheben. Für jeden, der mit dem Bau und dem Betrieb von Dampfkesseln zu tun hat, wird das Buch von Nutzen sein. E. Schulz.

**„Allgemeiner Führer" der Vereinigte Stahlwerke Aktiengesellschaft, Düsseldorf.**

Das Buch soll einen allgemeinen Ueberblick über das Unternehmen, seine Werke, Leistungsfähigkeit und wichtigsten Erzeugnisse vermitteln. Der knapp gehaltene Text wird durch eine sehr reiche Ausstattung mit Bildern veranschaulicht.

Graphische Darstellungen zeigen in eindringlicher Weise u. a. die Steinkohlenförderung, Koks-, Roheisen- und Rohstahlerzeugung, sowie die Bedeutung des Unternehmens im Rahmen der deutschen und der Weltwirtschaft.

Lehrreich ist auch der schematische Erzeugungsgang vom Roheisen zum Stahl mit den Angaben über die zahlreichen Probeentnahmen, Meß- und Prüfeinrichtungen nebst der Weiterverarbeitung der Rohstoffe in den verschiedenen Walz-, Preß- und Hammerwerken.

# Kleine Mitteilungen.

**Kohlensäure-Eis.**

Von den der Groß-Berliner Kunsteis GmbH. angeschlossenen Eisfabriken haben vorerst die Norddeutsche Eiswerke Aktien-Gesellschaft, Berlin SO 16, Eisfabrik Hermann E. Mudrack, Berlin-Reinickendorf, Neuköllner Eiswerke und Kühlhallen, Inh. Fr. Schumann, Neukölln, sowie die Eiswerke und Kühlhallen am Alexanderplatz N. Lindenberger mit den hiesigen Kohlensäurewerken einen Vertrag abgeschlossen, nach dem sie den alleinigen Verkauf von Kohlensäure-Trocken-Eis für Groß-Berlin für eigene Rechnung übernehmen. Einen ähnlichen Vertrag haben die süddeutschen Eisfabriken unter Führung des Herrn Direktors Schwind in Fa. Gebrüder Bender Akt.-Ges. in Mannheim mit den dortigen Kohlensäurewerken getätigt.

# Patentberichte.

**Anmeldungen.**

17a, 7. S. 80788. „Citogel" Gesellschaft für chemische und technische Erzeugnisse m. b. H., Hamburg. Verfahren zur Erzeugung von Kälte. 14. 7. 27.

17a, 8. M. 103536. Guido Maiuri und Raoul Felice Bossini, London; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Ununterbrochen arbeitende Absorptionskältemaschine. 22. 2. 28. Großbritannien 25. 2. 27.

17a, 9. D. 55919. Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft m. b. H., Berlin O 17, Rotherstr. 16—19. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 18. 6. 28.

17a, 8. S. 76685. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw. Berlin SW 11. Verfahren zur Kälteerzeugung. 25. 10. 26.

17a, 8. S. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine. 16. 6. 28.

17a, 13. K. 100397. Westinghouse Electric & Manufacturing Company, Cast Pittsburgh; Vertr.: Dipl.-Ing. H. Hillecke, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Kompressionskältemaschine. 20. 8. 26. V. St. Amerika 13. 10 25.

17a, 4. A. 50860. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal. Selbsttätige Schaltvorrichtung für bedienungslos arbeitende Kälteerzeugungsanlagen; Zus. z. Pat. 489653. 9. 5. 27.

17a, 7. S. 82484. „Citogel" Gesellschaft für chemische und technische Erzeugnisse m. b. H., Hamburg. Kältemaschine; Zus. z. Anm. S. 80788. 31. 10. 27.

17a, 8. L. 73528. Bruno Lehmann, Berlin Reinickendorf, Schillingstr. 16. Verfahren zur Rektifikation des aus dem Austreiber einer Absorptionskältemaschine austretenden Dampfgemisches. 28. 11. 28.

17a, 8. M. 103591. Guido Maiuri und Raoul Felice Bossini, London; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kühlvorrichtung mit ununterbrochenem Betriebe nach dem Absorptionsverfahren. 23. 2. 28. Großbritannien. 25. 2. 27.

17a, 13. W. 84020. Westinghouse Electric & Manufacturing Company, Cast Pittsburgh; Vertr.: Dipl.-Ing. H. Hillecke, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Kältemaschine. 23. 10. 29. V. St. Amerika 30. 10. 28.

### Erteilungen.

17a, 10. 492890. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz, Dresden. Selbsttätige Ventileinrichtung, insbesondere für Absorptionskältemaschinen. 7. 12. 27. S. 82976.

17a, 2. 494010. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Kältemaschine mit rotierendem Kompressor. 24. 6. 28. A. 54577. Schweiz 14. 6. 28.

17a, 8. 493989. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. 27. 7. 26. P. 53265.

17a, 9. 493694. Reinhard Wussow, Berlin-Charlottenburg, Pestalozzistr. 25, und Wilhelm Röper, Berlin NW 6. Marienstr. 9. Verfahren zur Rückführung der Lebensmittelkondensate aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden Absorptionskälteapparaten. 9. 10. 27. W. 78658.

17c, 4. 493587. Standardwerke, Zürich; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Kühl- und Aufbewahrungsbehälter zur Aufnahme von Lebensmitteln. 30. 1. 29. St. 45349.

17g, 2. 493797. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Str. 234. Einrichtung zum Zerlegen von Gasgemischen unter Anwendung von Kältespeichern; Zus. z. Pat. 490878. 17. 1. 28. F. 66510.

17g. 5. 493876. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestrasse 39. Vorrichtung zum verlustfreien Umfüllen von verflüssigten Gasen 14. 11. 26. St. 41810.

17a, 2. 493396. Otto Hardung, Berlin-Friedenau, Varziner Straße 21. Eis- bzw. Kühlmaschine mit umlaufenden Verdampfer- und Kondensatorgehäusen; Zus. z. Pat. 460936. 8. 2. 28. H. 115109.

17a, 12. 493118. Amundsen Refrigerator Co., Oslo; Vertr.: J. Poths, Pat.-Anw., Hamburg. Kocherabsorber für periodisch wirkende Absorptionskältemaschinen. 5. 10. 27. A. 52128. V. St. Amerika 29. 10. 26 f. Anspr. 1—4 und Norwegen 25. 3. 27 f. Anspr. 5—18.

17a, 13. 493397. A. Freundlich, Düsseldorf, Suitbertusstraße 127—143. Berieselungsverflüssiger für Kältemaschinen. 17. 3. 29. F. 68011.

17a, 13. 493119. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kühlkammer, welche an dem Verdampfer befestigt ist. 7. 1. 28. P. 56829. V. St. Amerika 9. 9. 27.

### Löschungen.

17a 482785, 470588
b 450446
f 383332
g 470014

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17f. 1106711. Brown, Boveri & Cie., Akt.-Ges. Abt. Installationen, Mannheim, O 4, 8/9. Abtauvorrichtung für Kühlanlagen. 17. 10. 29. B. 137441.

17a. 1108490. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Verdampfer für Kälteerzeugungsanlagen. 1. 2. 30. S. 432.30.

### Verlängerung der Schutzfrist

17a 1101941, 1101946
17b 984895, 1019857
17e 1012787, 1978248

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 13. 481667. Kondensator für Kältemaschinen. Philipp Conrady in Oberursel bei Frankfurt a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 30. August 1927 ab.

Patent-Ansprüche:

1. Kondensator für Kältemaschinen, der an der Wand eines Raumes angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorrohre mit der Wandverkleidung derart wärmeleitend verbunden sind, daß die Wandverkleidung die Abführung der Kondensatorwärme ganz oder zum Teil bewirkt.

2. Kondensator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandverkleidung doppelseitig als Kondensatorfläche ausgenützt wird.

17a, 9. 482055. Verfahren und Vorrichtung zum Betriebe sich selbst steuernder, intermittierend wirkender Absorptionskühlanlagen. Dr.-Ing. Christian Pöhlmann in Augsburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 27. August 1926 ab.

Patent-Ansprüche:

1. Verfahren und Vorrichtung zum Betriebe sich selbst steuernder, intermittierend wirkender Absorptionskühlanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß das Wiedereinschalten des Kochvorganges in Abhängigkeit von einem in weiten Grenzen beliebigen Flüssigkeitsspiegel im Kocherabsorber eingeleitet, jedoch durch

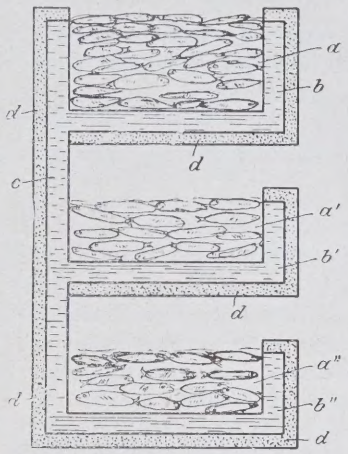
einen von der Kühlraumtemperatur abhängigen Wärmefühler so lange blockiert wird, bis die gewünschte Normaltemperatur erreicht ist, wobei das im Verdampfer befindliche Kondensat des Kältemittels bis zur Lösung der Blockierung weiterverdampft.

3 weitere Ansprüche.

53c, 3. 484804. Verfahren zur Kühlung und Kühlhaltung von Fischen. Dipl.-Ing. Moritz Hirsch in Frankfurt a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 4. Februar 1926 ab.

Patent-Anspruch:

1. Verfahren zur Kühlung und Kühlhaltung von offen gelagerten Fischen, die in unmittelbarer Berührung mit einer wirksamen Kühlvorrichtung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Fischen nicht berührten Seiten der Kühlvorrichtung gegen Wärmeaustausch mit der umgebenden Luft geschützt sind, so daß die Abkühlung der umgebenden Luft im wesentlichen nur mittelbar durch die Fischoberfläche erfolgt, wobei gleichzeitig beispielsweise durch Zufuhr von feuchter Ersatzluft oder künstliche Befeuchtung der Raumluft der Taupunkt der Raumluft




höher gehalten wird als die Temperatur der Fischoberfläche, die infolgedessen ständig feucht bleibt.

6 weitere Ansprüche.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
**A. Kaufmann**, Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt**, Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning**, Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer**, Wiesbaden.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler**, Köln.

An unsere verehrlichen Mitglieder!

**Betr. Jahresbeitrag für 1930.**

Wir bitten hiermit nochmals um baldgefällige Zahlung des schon seit Dezember 1929 fälligen Jahresbeitrags. Erst knapp ein Viertel unserer Mitglieder ist bis jetzt seiner Verpflichtung nachgekommen, wodurch die Geschäfts- und Kassenführung sehr behindert wird.

Der Mitgliedsbeitrag beträgt für besuchende Mitglieder RM 10, für ordentliche Mitglieder RM 20, für Firmen und Behörden RM 60. Die Zahlung ist portofrei an den Schatzmeister, Herrn Direktor Brandt, Berlin-Hermsdorf für den Deutschen Kälte-Verein, Postscheckkonto Berlin 148122 zu richten. Eine entsprechende Zahlkarte lag schon dem Novemberheft bei. Nur durch Zahlung bis 31. ds. Monats kann die unbeliebte Einziehung durch Postauftrag vermieden werden.

Berlin, Anfang März 1930.

Der Vorstand
I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

## Berliner Kälte-Verein

### Bericht

**über die Monatsversammlung am 21. Jan. 1930 im Beamten-Kasino des VDI-Hauses.**

Nach einleitenden Begrüßungsworten des Vorsitzenden wird der Bericht über die Dezember-Sitzung verlesen und genehmigt.

Hierauf erstattet Herr Kaufmann Bericht über das abgelaufene Geschäftsjahr:

»Das Vereinsleben nahm auch im Jahre 1929 den durch die Satzungen gebotenen und nunmehr schon zur Tradition gewordenen ruhigen Verlauf. Es fanden 9 Monatssitzungen statt, wobei nachstehende Vorträge gehalten wurden:

Ober-Ingenieur Hardung über flüssige und feste Gärungskohlensäure.

Diplom-Ing. Jung-Elberfeld über automatische Schaltungen.

Gewerberat Diplom-Ing. Zäuner über die angeblichen Gefahren des Kältemaschinenbetriebes.

Prof. Dr. Henning über die internationale Temperaturskala mit experimentellen Erläuterungen.

Ober-Ing. Kutscher-Düsseldorf über das Metallpulver-Spritzverfahren.

Ober-Ing. Kaufmann über das Berliner Osthafen-Kühlhaus.

Dr.-Ing. Cammerer über neue Meßergebnisse betr. Wärmedurchgang durch feuchte Gebäudewände.

Dr. Meißner über Theorie und Konstruktion der Vakuum-Mantelgefäße aus Metall.

Der Vorstand dankt auch an dieser Stelle nochmals den Herren, die durch Lieferung von Vorträgen so wesentlich zur Hebung des Vereinslebens beigetragen haben.

Die durchschnittliche Beteiligungsziffer an den Sitzungen war 40 und verteilte sich fast zu gleichen Teilen auf Mitglieder und Gäste.

Im Monat April folgte der Verein der Einladung des Vorstandes zu einem gemeinsamen Abendessen kältetechnischen, eß- und trinktechnischen sowie humoristischen Inhalts.

Im Juni nahm eine größere Anzahl unserer Mitglieder an der Hauptversammlung des DKV in Dresden teil.

Die Monate Juli, August, September blieben als Sommerpause sitzungsfrei.

Im August fand die Eröffnung des Osthafen-Kühlhauses statt, wozu der Vorsitzende eingeladen worden war.

An der Novembersitzung konnten, wie im Vorjahr, zu unsererer Freude wiederum der Vorsitzende des Hauptvereins, Herr Geh. Rat Professor Dr. Dr.-Ing. H. Lorenz und andere Mitglieder des Hauptvorstandes teilnehmen, die sich zu einer Sitzung des Vorstandes hier eingefunden hatten.

Die Mitgliederzahl des Berliner Kälte-Vereins ist bei 2 Austritten von 102 auf 117 gestiegen.

Anschließend gab Herr Dir. Brandt den Kassenbericht für 1929 bekannt, der bei RM. 639,02 Einnahmen und RM. 296,80 Ausgaben mit einem Kassenbestand von RM. 342,22 abschließt. Die beiden Rechnungsprüfer, Herr Dir. Hennig und Herr Ober-Ing. Hoffmann, bestätigen die Ordnung der Kassenführung und beantragen Entlastung, die einstimmig Annahme findet.

Herr Dir. Brandt trägt sodann den Voranschlag für das laufende Rechnungsjahr vor, der, begünstigt durch die erhöhte Zahl der Mitglieder, in mindestens ebenso guten Bahnen sich bewegt, so daß mit dem gleichen Ueberschuß wie vorher gerechnet werden kann.

Hierauf führt Herr Diplom-Ing. Besag in seinem Vortrage: »Rationalisierung der Wirtschaft, ihre historische und kulturelle Bedeutung« im wesentlichen folgendes aus:

»Die Rationalisierung ist heute ein sehr umstrittener Begriff geworden, in welchem die einen ein Allheilmittel für die Wirtschaft erblicken, während die anderen alle Rationalisierungsbestrebungen aus den verschiedensten Gründen in schärfster Form ablehnen. Wie dem auch sei, die Rationalisierung ist sicher mehr als ein Schlagwort, sie ist ein Tatbestand, eine Erscheinung, die in den wenigen Hundert Jahren ihrer Auswirkung imstande war, Lebensinhalt und -form ganzer Staaten und Völker zu ändern, und man darf sie mit Recht als ein wesentliches Glied in der geschichtlichen und geistigen Entwicklung der Menschheit auffassen. Unter Rationalisierung verstehen wir die verstandesgemäße Durchdringung irgendwelcher Institutionen mit dem Geist einer materiell nützlichen Zweckmäßigkeit. Bei der Rationalisierung der Wirtschaft untersucht man einzelne Wirtschaftszweige oder auch die gesamte Volkswirtschaft nur mit klarem Verstand, völlig vorurteilsfrei und nicht mit Hemmungen traditioneller Art belastet. Man beabsichtigt mit durchgeführten Rationalisierungsmaßnahmen, in der betreffenden Privatwirtschaft einen höheren Gewinn zu erzielen bezw. den Wirkungsgrad der gesamten Volkswirtschaft zu fördern. »Spare Kraft, Stoff und Zeit« ist der oberste Leitsatz jeder Rationalisierung. Man kann für eine derartige Untersuchung, welche naturgemäß im Rahmen eines Vortrages nur Anregung geben will, die Wirtschaft gliedern in Erzeugung, Verteilung und Verbrauch. Wenn man den Begriff Rationalisierung etwas weiter faßt und darin das Vordringen einer verstandesmäßig und materiell eingestellten Welt- und Lebensauffassung erblickt, so fällt ihr Anfang eigentlich mit dem Beginn der Neuzeit zusammen. Es war dann aber einerseits der angelsächsische Puritanismus, andererseits der Geist der französischen Revolution, welche in ihren letzten Auswirkungen die Grundlagen der Industriewirtschaft schufen, die heute für die ganze Welt eine Lebensnotwendigkeit geworden zu sein scheint, der sich niemand zu entziehen vermag.

Das größte Rationalisierungswunder bietet uns weitaus Amerika dar, welches tatsächlich für die materielle Hebung der Massen in einigen Betrieben mehr getan hat, als selbst die kühnsten Träumer noch vor 40 Jahren zu hoffen wagten. Vor allen waren es F. W. Taylor und Henry Ford, welche hier bahnbrechend wirkten und deren Arbeiten heute weiten Kreisen bekannt sind. Im Gegensatz zu der durch eine vorzügliche Rohstoffbasis begünstigten amerikanischen Entwicklung war die deutsche Wirtschaft von starken sozialen Krisen heimgesucht, die in den Lehren des Sozialismus und in einer straffen Gewerkschaftsdisziplin ihren Ausdruck fanden. Schließlich zwang der Weltkrieg das deutsche Volk zur Kriegswirtschaft, welche einen der umfangreichsten Versuche zur Rationalisierung von Erzeugung, Verteilung und Verbrauch der materiellen Güter darstellt, welcher je unternommen wurde, ein Versuch, der allerdings auf die Dauer scheiterte und auf jede weitere Planwirtschaft stark lähmend wirkte.

Die Frage der Psychologie der mechanisierten Arbeit ist frühzeitig und sehr eingehend erörtert worden. Aus der letzten Zeit sind zwei Vorschläge hervorzuheben: die Gruppenfabrikation und die Werkstattaussiedlung. Die Rationalisierung wird allerdings eines Tages ihre Grenze finden in der Tatsache, daß wir möglicherweise den Vorteil, welchen der materielle Fortschritt für das Glücksempfinden jedes einzelnen der großen Masse bedeutet, gewaltig überschätzen. Die Rationalisierung, welche als ein Ausfluß des gewaltigen Formänderungsbedürfnisses der Menschheit anzusprechen ist, ist heute in Amerika Selbstzweck, in Rußland Grundlage einer politischen Idee, während sie für Deutschland als das Mittel erscheint, um unsere kulturelle, politische und wirtschaftliche Selbständigkeit aufrecht zu erhalten. Im Rahmen der weltwirtschaftlichen Gegebenheiten muß der Rationalisierungsgedanke für Deutschland unbedingt bejaht werden, da er, soweit sich heute übersehen läßt, das einzige Mittel für den Weiterbestand der Volkswirtschaft darstellt. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, erscheint eine Gemeinschaftsarbeit, welche durch Normung, Typeneinschränkung und Typenaufteilung zu einer hochwertigen Massenfabrikation kommt, als einer der wichtigsten Wege für die deutsche Volkswirtschaft, und die Entwicklung ist heute auf all' diesen Gebieten in stärkstem Fluß.«

In der anschließenden Diskussion, an der sich hauptsächlich Herr Professor Dr. Henning und Herr Dr. Krause beteiligen, wird besonders die Frage des kulturellen Wertes der Rationalisierung umstritten.

Hiermit schließt der geschäftliche Teil der Sitzung und der Abend findet seinen gemütlichen Abschluß im Heidelberger.

Der Schriftführer: Dotterweich.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**4. Heft** **Berlin SW. 9, im April 1930** **37. Jahrgang**


Inhalt:


**Deutscher Kälte-Verein.** S. 61. — **Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Der Wärmeübergang am Berieselungskühler. Von Dr.-Ing. van der Ploeg, Apeldoorn. S. 63. — Die Kältemaschinen auf der Leipziger Messe. S. 66. — Neuerung an Kühlschränken. S. 70. — **Zeitschriftenbericht.** S. 71. — **Bücherbericht.** S. 72. — **Kleine Mitteilungen.** S. 72. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 73. — **Persönliches.** S. 74. — **Patentberichte.** S. 75. — Deutscher Kälteverein. S. 79 — Rheinischer Kälteverein. S. 80. — Berliner Kälteverein. S. 80


# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
**A. Kaufmann,** Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln.

## Ordentliche Hauptversammlung Stuttgart
## vom Mittwoch, 4. Juni bis Sonnabend, 7. Juni 1930

### Einladung, Programm, Tagesordnung.

**Mittwoch, den 4. Juni 1930:**

**14 Uhr: Besichtigung der Städtischen Milchzentrale** Stuttgart, Rosensteinstraße 22. Treffpunkt Städtische Milchzentrale. Führung durch Herrn Direktor Persin.

**16 Uhr: Besuch der Brauerei R. Leicht, Vaihingen a. d. F.** Abfahrt $15^{15}$ Uhr von der Milchzentrale und $15^{30}$ Uhr vom Hauptbahnhof, Ausgang am Reichsbahnhotel, mit Auto. Rückkehr nach Stuttgart etwa $18^{30}$ Uhr. Nach Rückkehr Treffpunkt Ratskeller, Stuttgart. Damen sind zur Teilnahme eingeladen.

**Donnerstag, den 5. Juni 1930:**

**$8^{30}$ Uhr: Vorstandssitzung im Ingenieur-Laboratorium,** Stuttgart-Berg, Dammstraße 5.

**$10^{30}$ Uhr: Beginn der Abteilungssitzungen im Ingenieur-Laboratorium.** Zur Teilnahme an den Sitzungen sind alle Interessenten eingeladen.

**Arbeitsabteilung I.**

1. Ob.-Reg.-Rat Direktor Prof. Dr. Fr. Henning-Berlin: »Neue Temperaturmessungen im Gebiet unter $90^{0}$ abs.«
2. Ob.-Reg.-Rat Dr. W. Meißner-Berlin: a) »Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit«. b) »Bericht über die Mitarbeit in der 1. Pariser Kommission, betr. die Bezeichnung thermodynamischer Größen.

**$12^{30}$ Uhr: Frühstückspause im Parkhotel Silber,** Villastraße.

**$13^{30}$ Uhr: Arbeitsabteilung II.**

1. Prof. R. Stückle-Stuttgart: »Vergleichende Versuche im Ingenieur-Laboratorium über den Wärmedurchgang mit 4 verschiedenen Kühlsolen bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen«.
2. Gewerbe-Rat Dipl.-Ing. E. Zäuner-Berlin: »Ein Sonderfall der Unfallverhütung«.
4. Ing. G. Dotterweich-Berlin: »Normungsfragen«.

**16 Uhr: Arbeitsabteilung III.**

1. Ob.-Vet. Dir. Dr. Kößler-Stuttgart: »Umbau des Schlachthofes Stuttgart«.
2. Dr. E. Kallert-Hamburg: »Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mi Gefrierfleisch«.
3. Dipl-Ing. R. Heiß-Karlsruhe: »Ursache und Verhinderung der Verfärbung vor Gefrierfleisch.«

**19$^{30}$ Uhr:** Begrüßungsabend mit Damen im Stadtgarten.

**Freitag, den 6. Juni 1930:**

**10 Uhr: Hauptversammlung in der Aula der Technischen Hochschule,** Hauptgebäude Eingang Seestraße.

**I. Teil. Eröffnung, Begrüßung, Vorträge.**

1. Min.-Rat Dr. von Ostertag-Stuttgart: »Milchkühlung«.
2. Ober-Ing. Karl Glässel-Cannstatt: »Der Grad der Füllung und sein Einfluß auf di Leistung von Ammoniak-Kompressions-Kältemaschinen.«

**13 Uhr: Frühstückspause im Hotel Banzhaf, Gartensaal.**

**14 Uhr: Fortsetzung der Hauptversammlung** in der Aula der Technischen Hochschule.

**II. Teil. Geschäftliches.**

1. Jahresbericht, Rechnungsabschluß, Kassenprüfung, Entlastung.
2. Haushaltsplan, außerordentliche Ausgaben, Jahresbeitrag, Ueberweisung an die Bez.-Vereine
3. Wahl dreier Vorstandsmitglieder. Turnusmäßig scheiden aus die Herren Lorenz, Luca und Plank.
4. Wahl des Obmannes für Arbeitsabteilung II. Bisher Direktor O. Hippenmeyer.
5. Wahl der beiden Rechnungsprüfer.
6. Berichte der Arbeitsabteilungen.
7. Ort der nächsten Hauptversammlung.
8. Beziehungen zum Internationalen Kälteinstitut Paris.
9. Illustrierte Technische Wörterbücher.
10. Verschiedenes.

**19$^{30}$ Festessen im Stadtgarten.**

**Sonnabend, den 7. Juni 1930:**

**Ganztägiger Autoausflug** über Tübingen-Roßberg-Nebelhöhle, Fußmarsch über Schloß Lichtenstein nach Hotel Traifelberg. Mittagessen gegen 1 Uhr im Traifelberghotel. Abfahrt 9$^{30}$ Uhr. Treffpunkt am Hauptbahnhof Parkplatz vor dem Bahnhofsturm. Rückkehr etwa 19 Uhr.

## Damen-Programm.

**Donnerstag, den 5. Juni 1930:**

**9 Uhr: Besichtigung der Stadt,** evtl. Autofahrt. Treffpunkt Bahnhof Parkplatz vor dem Bahnhofsturm **Mittagpause.** Empfehlenswerte Restaurants: Hotel Württemberger Hof, Hindenburgbau, Bahnhofsturm (sämtliche beim Bahnhof).

**15 Uhr: Autofahrt über die Höhen Stuttgarts** nach Schloß Solitude. Treffpunkt wie vorstehend Bahnhofsturm. Kaffeetafel a. Solitude. Rückkehr 17$^{30}$ Uhr.

**Freitag, den 6. Juni 1930:**

**10 Uhr: Ausflug nach der Schillerstadt Marbach,** Besichtigung des Schillermuseums, dann nach Ludwigsburg, Schloßbesichtigung, Frühstück. Treffpunkt wie vorstehend: Bahnhofsturm Rückkehr ca. 16 Uhr in Stuttgart.

**Sonnabend, den 7. Juni 1930:**

**9$^{30}$ Uhr: Ganztägiger Autoausflug** nach Lichtenstein-Traifelberg mit Herren. Treffpunkt: Bahnhofsturm.

---

Preis der Teilnehmerkarte für sämtliche Veranstaltungen einschließlich Begrüßungsabend, Gesellschafts-Autofahrten und trockenes Gedeck am Festabend

**RM. 12,00**

Betr. **Anmeldung und Unterkommen** erfolgen nähere Mitteilungen durch den **Ortsausschuß für die Kältetagung,** Obering. Chr. Fischer, Stuttgart-Cannstatt, Olgastraße 78, Fernsprecher 50839.

**Auskunftsstelle** im Hauptbahnhof, Turmwartesaal neben Bahnsteig 16.

Der Vorsitzende:
Dr. H. Lorenz.

# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Der Wärmeübergang am Berieselungskühler.[1])

Von Dr.-Ing. van der Ploeg, Apeldoorn.

(Mitteilung aus dem Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe.)

Zur Kühlung von Flüssigkeiten, insbesondere von Milch und Bierwürze, werden vorzugsweise Berieselungskühler verwendet. Diese bestehen entweder aus einer Anzahl senkrecht übereinander angeordneter waagerechter Rohre oder beim Rundkühler aus einem zylindrisch aufgewickelten Rohr. Im Rohrinnern strömt die Kühlflüssigkeit, entweder Wasser, Sole oder verdampfendes Kältemittel und über die Rohre rieselt die zu kühlende Flüssigkeit. In den meisten Fällen ist diese beim Eintritt ziemlich warm, sodaß ein Teil der Wärme durch Kühlwasser abgeführt werden kann und nur die eigentliche Tiefkühlung bis in die Nähe des Gefrierpunktes durch künstliche Kälte bewirkt wird.

Bei der Bemessung eines Berieselungskühlers ist anzustreben, die Fläche möglichst klein zu halten, die billige Vorkühlung mit Kühlwasser möglichst weit zu treiben und im Interesse der Arbeitsersparnis mit möglichst hoher Verdampfungstemperatur zu arbeiten, Forderungen, die sich gegenseitig teilweise widersprechen. Man muß also einen Ausgleich finden und durch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen die beste Lösung anstreben. Das ist aber erst dann möglich, wenn die Wärmeübergangszahlen am Berieselungskühler bekannt sind, deren Kenntnis für die Flächenberechnung und die Unterteilung der Fläche für die Vor- und Tiefkühlung erforderlich ist. Mit diesen Fragen beschäftigt sich die vorliegende Arbeit zu dem Zwecke, die Berechnung des Berieselungskühlers auf eine sichere und praktisch brauchbare Basis zu stellen. Es wurden zunächst an einem normalen Berieselungskühler die Wärmeübergangszahlen zwischen der Rieselflüssigkeit und der Wand experimentell bestimmt und dann für die technisch wichtigen Rieselflüssigkeiten einfache Gleichungen angegeben, mit denen die Wärmeübergangszahl berechnet werden kann.

### Beschreibung der Versuchseinrichtung.

Die Versuchseinrichtung ist in Abb. 1 und 2 dargestellt. Die Wärmeübergangszahlen wurden an einem Berieselungskühler der Firma van der Ploeg, Holland bestimmt. Er besteht aus 24 profilierten Rohren, von denen allerdings nur 16 zur Untersuchung benutzt wurden, um Ungenauigkeiten im unteren Teil wegen der dort herrschenden kleinen Temperaturdifferenzen zu vermeiden. Die seitlichen Umlenkrohrbogen wurden mittels Korkschrot gegen unbeabsichtigten Wärmeaustausch mit der Raumluft sorgfältig isoliert.

[1]) Vorgetragen in der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins 1929. Dieser Bericht ist ein Auszug aus einer größeren Arbeit, die unter dem gleichen Titel als Beiheft zur Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie, Reihe 2, Heft 2, erscheint.

Als Kühlgut war Milch oder Bierwürze nicht geeignet, weil bei längerem Gebrauch Veränderungen und Zersetzungen eintreten, die zu falschen Ergebnissen führen. Es wurde deshalb als Ersatzflüssigkeit ein Glyzerin-Wassergemisch verwendet, welches bei verschiedenen Mischungsverhältnissen gestattete, die Wärmeübergangszahl der herunterrieselnden Flüssigkeit in allgemein gültiger Weise als Funktion der Stoffkonstanten, nämlich der Zähigkeit, der Wärmeleit-

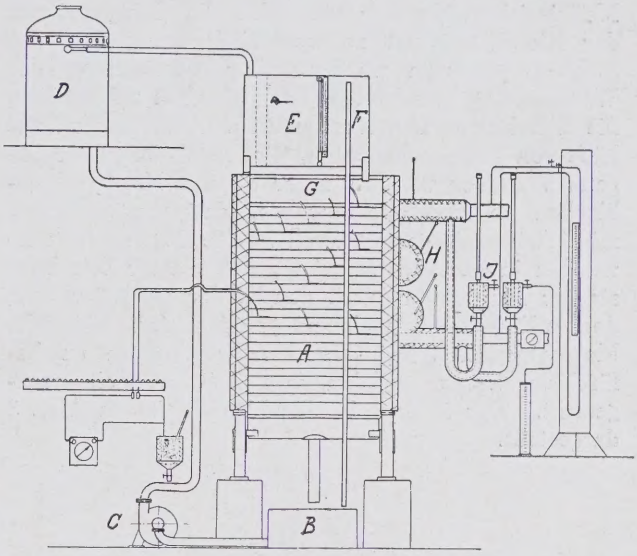



Abb. 1. Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung.

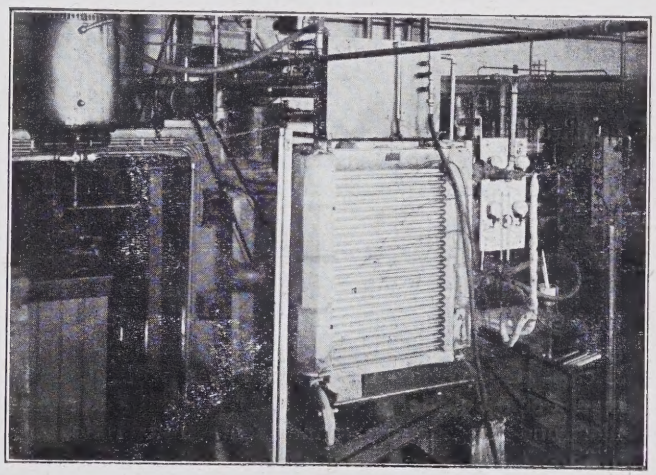


Abb. 2. Versuchseinrichtung.

fähigkeit, dem spezifischen Gewicht und der spezifischen Wärme zu bestimmen. Die Stoffkonstanten der Milch und Bierwürze wurden, soweit noch nicht bekannt, ermittelt, sodaß für diese Sonderfälle besonders einfache Gleichungen angegeben werden konnten, die für den praktischen Gebrauch geeignet sind.

Bei den Versuchen wurde der Kühler mit dem Kühlgut berieselt, welches unten in einem Behälter aufgefangen, in einem Gasofen erwärmt und dem Kühler durch eine Pumpe wieder zugeführt wurde. Es wurde stets nur mit Wasser gekühlt; die Versuche wurden nachts ausgeführt, wo die Schwankungen des Wasser- und Gasdruckes am geringsten waren und der Beharrungszustand leicht zu erreichen war.

Die Kühlgutmenge wurde mit Poncelet-Gefäßen gemessen, die vorher sorgfältig geeicht wurden. Zur Messung der Kühlwassermenge diente ein geeichter Wassermesser der Firma Bopp & Reuther, Mannheim. Die Ein- und Austrittstemperaturen beider Flüssigkeiten wurden mit Quecksilber-Thermometern mit $^1/_{10}$ Gradteilung gemessenen und die Temperaturdifferenzen mittels Beckmann-Thermometer kontrolliert, wobei auf die Ausschaltung der Fehlerquellen besonderer Wert gelegt wurde. Durch entsprechende Meßeinrichtungen konnten auch die Temperaturen der Rieselflüssigkeit an verschiedenen Stellen des Kühlers gemessen werden. Zur Bestimmung der Wärmeübergangszahlen war es außerdem erforderlich, die Wandtemperaturen zu messen. Das geschah mit Hilfe von Thermoelementen, die, regelmäßig über den ganzen Kühler verteilt, unter dünnen Kupferschutzblechen so angebracht waren, daß die Strömung möglichst wenig gestört wurde. Die Thermoelemente wurden in der Weise geeicht, daß Wasser von konstanter Temperatur durch den Kühler geleitet wurde, dessen Rieselfläche vollständig isoliert war. Sämtliche Meßinstrumente, bei denen Abweichungen zu befürchten waren, wurden von Zeit zu Zeit nachgeeicht. Das Rohrprofil des Kühlers ist in Abb. 3 dargestellt.

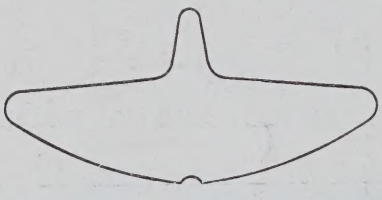


Abb. 3. Profil des Kühlers.

Es wurde eine Anzahl von Versuchsreihen ausgeführt, welche die Abhängigkeit der Wärmeübergangszahl von der Rieselmenge, der Kühlerhöhe und von den Stoffkonstanten zu bestimmen gestattete.

### Auswertung der Versuche.

Die Kühlgut-, Kühlwasser- und Wandtemperaturen wurden für jeden Versuch über der Kühlfläche aufgetragen. Obwohl hier, genau genommen, weder Gleich- noch Gegen- noch Kreuzstrom vorliegt, kann man doch bei der großen Rohrzahl mit guter Annäherung Gegenstrom annehmen. Mit Hilfe der Wärmeübergangsgleichung und den aus dem Temperaturdiagramm abgelesenen Temperaturen wurde für jedes Rohr die Wärmeübergangszahl bestimmt. Allerdings mußte noch eine Korrektur angebracht werden, die die Verdunstung der Rieselflüssigkeit in die Luft sowie die Kühlwirkung der Luft berücksichtigte. Zur rechnerischen Ermittlung dieser Korrekturen ist die Kenntnis der Verdunstungszahl $\sigma$ und der Wärmeübergangszahl $\alpha$ der Flüssigkeit an die Luft erforderlich. Ist eine dieser Größen bekannt, so kann man nach der von Lewis aufgestellten Beziehung $\frac{\alpha}{\sigma} = c_p'$ die andere berechnen. Dabei ist $c_p'$ die spezifische Wärme der feuchten Luft. Leider ist es wegen der Unkenntnis der Relativgeschwindigkeit zwischen Wasser und Luft nicht möglich, mit Hilfe der bekannten Gleichungen einen genauen Wert für $\alpha$ zu bestimmen. Es blieb also nichts anderes übrig, als $\sigma$ experimentell zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurde viele Stunden lang Kühlgut von konstanter Temperatur über den Kühler bei abgestelltem Kühlwasserdurchfluß gerieselt und aus der verdunsteten Wassermenge die Verdunstungszahl $\sigma$ zu 17 kg/m$^2$h bestimmt. Bei mehreren weiteren Versuchen wurde die Abkühlung durch die Verdunstungswirkung und die Wärmeableitung der Luft gemessen und diese mit den Werten verglichen, die sich rechnerisch bei Verwendung der gefundenen Verdunstungszahl ergeben. Die Uebereinstimmung ist sehr gut, und da es sich nur um ein Korrektionsglied handelt, mehr als ausreichend. Für die Wärmeübergangszahl an die Luft ergibt sich daraus mit $c_p' = 0{,}24$ ein Wert von $\alpha = 4{,}13$ kcal/m$^2 \cdot {}^0$Ch.

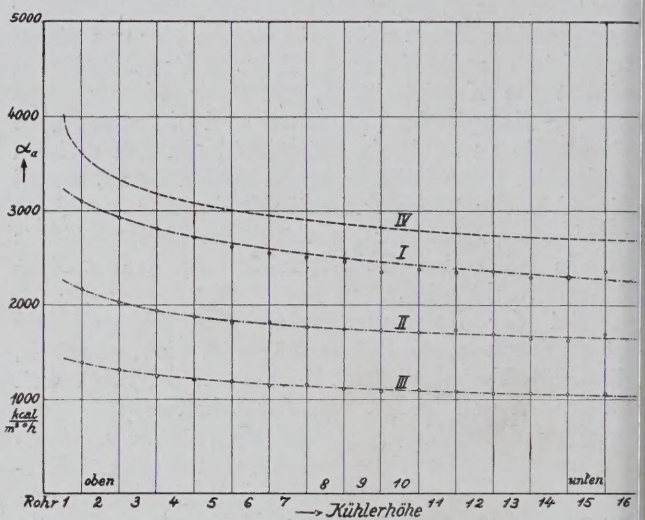



Abb. 4. Wärmeübergangszahl $\alpha_a$ zwischen Rieselflüssigkeit und Wand, aufgetragen über der Kühlerhöhe bei gleicher Rieselmenge für Wasser (I), 2 verschiedene Glyzerin-Wassergemische (II und III) und für Wasser nach Nusselt (IV).

Mit Hilfe dieser Zahlen wurden die Werte für die Wärmeübergangszahl zwischen der Rieselflüssigkeit und der Wand berichtigt. Die endgültigen Werte sind in Schaubildern dargestellt, in denen, wie in Abb. 4, die Werte für $\alpha_a$ bei konstanter Rieselmenge über der Kühlerfläche aufgetragen sind. Als Rieselflüssigkeit wurde reines Wasser und 2 verschiedene Wasser-Glyzerin-Gemische verwendet, die in ihren Eigenschaften ungefähr Vollmilch und Rahm entsprechen. Es zeigt sich, daß, ähnlich wie bei anderen Wärmeaustauschapparaten, auch hier eine thermische Anlaufstrecke auftritt, bei der die Wärmeübergangszahl größere Werte erreicht. Wie zu erwarten war, sinkt die Wärmeübergangszahl mit größer werdender Zähigkeit, was sich aus den senkrechten Abständen der 3 Kurven ergibt. Die Versuchswerte gestatteten mehrere derartige Schaubilder für verschiedene Rieselmengen zu entwickeln.

Die Wärmeübergangsverhältnisse bei der Berieselung einer ebenen Wand wurden erstmalig von W. Nusselt[1]) einer eingehenden rechnerischen Behandlung unterworfen. Nusselt hat eine Gleichung für die Wärmeübergangszahl $\alpha_a$ entwickelt, die an Hand der hier erhaltenen Versuchswerte geprüft werden kann. Die Nusselt'sche Gleichung gilt allerdings nur für die

[1]) W. Nusselt, Z. d. V. D. I. 1923. S. 206.

glatte senkrechte Wand. Zippermayr[1]) hat diese Gleichung für das berieselte Rohr erweitert.

Es war in dieser Arbeit nicht beabsichtigt, neue theoretische Untersuchungen über die Einflüsse des Rohrprofils und der Stoffwerte der Rieselflüssigkeit vorzunehmen. Das Ziel war, unter Anlehnung an die Nusselt'sche Gleichung eine Formel zu finden, welche die experimentell gefundenen Wärmeübergangszahlen in Abhängigkeit von der Rieselmenge, der Höhe des Kühlers und der Stoffwerte der Rieselflüssigkeit möglichst genau wiedergibt. Unter Höhe des Kühlers ist dabei jeweils der von einem Flüssigkeitsteilchen zurückgelegte Weg zu verstehen. (Abgewickelter Umfang des Profils).

Die Nusselt'sche Gleichung lautet:

$$\frac{\alpha_a \cdot H}{G \cdot c} = 0{,}0942 + 5{,}65 \cdot s \quad \text{für } s > 0{,}05$$

wobei

$$s = \frac{\lambda \cdot \gamma^{2/3} \cdot H}{3^{3/4} \cdot c \cdot \eta^{1/3} \cdot G^{4/3}}$$

eine dimensionslose Zahl ist, wenn

$\alpha_a$ = Wärmeübergangszahl in kcal/m² °C sec
$\lambda$ = Wärmeleitfähigkeit in kcal/m °C sec
$\gamma$ = Spezifisches Gewicht in kg/m³
$c$ = Spezifische Wärme in kcal/kg °C
$\eta$ = Zähigkeit in kg sek/m²
} der Rieselflüssigkeit

$H$ = Höhe des Kühlers in m
$G$ = Rieselmenge bei einseitiger Berieselung in kg/m·sec

Es zeigte sich jedoch, daß die Nusselt'sche Gleichung mit den Versuchsresultaten nicht in Einklang steht. Die von Zippermayr angegebene, für das berieselte Rohr gültige Gleichung ist nicht mehr so einfach und wird bei der Umrechnung auf das hier verwendete Profil so verwickelt, daß die Ermittlung der Konstanten aussichtslos erscheint.

Es wurde deshalb versucht, die Nusselt'sche Gleichung etwas zu modifizieren und den Versuchswerten besser anzupassen. Es gelang unter Beibehaltung der Größe $s$ einen empirischen Ansatz zu finden, der die Versuchswerte mit sehr guter Genauigkeit wiedergibt. Diese Gleichung lautet

$$\frac{\alpha_a \cdot H^{1{,}05}}{G^{1{,}6} \cdot c^{1{,}4}} = 15{,}86 \cdot s \qquad (1)$$

Die Buchstaben bezeichnen dabei dieselben Größen bei gleichen Dimensionen wie bei der Nusselt'schen Gleichung. Die Gleichung ist im Gegensatz zur Nusselt'schen Gleichung nicht mehr dimensionslos und nur als rein empirische Gleichung zu werten.

Für den praktischen Gebrauch ist die angegebene Gleichung wegen der vielen vorkommenden Größen wenig geeignet. Es wurden deshalb für die gebräuchlichsten technischen Rieselflüssigkeiten die Stoffwerte als Temperaturfunktion zusammengefaßt und folgende einfache Gleichung aufgestellt:

$$\alpha_a = a \frac{G^{0{,}267}}{H^{0{,}05}} (1 + bt) \qquad (2)$$

Dabei ist:

$\alpha_a$ = Wärmeübergangszahl in kcal/m² °C h
$G$ = Rieselmenge in kg/m h bei einseitiger Berieselung
$t$ = Temperatur der Rieselflüssigkeit in °C
$H$ = Höhe des Kühlers in m, gemessen als Weg eines Flüssigkeitsteilchens.

Die Größen a und b sind Stoffkonstanten, die in folgender Zahlentafel für die verschiedenen Rieselflüssigkeiten zusammengestellt sind.

| Rieselflüssigkeit | $a$ | $b$ |
|---|---|---|
| Wasser . . . . . | 349 | 0,0135 |
| Vollmilch . . . . | 297 | 0,0102 |
| Bierwürze . . . . | 321 | 0,0101 |
| Rahm . . . . . | 160 | 0,0124 |

Die Konstanten $a$ und $b$ in Gl. (2) wurden aus den Werten der physikalischen Eigenschaften rechnerisch nach der aus Versuchen mit Wasser und zwei Glyzerin-Wassergemischen gewonnenen Gl. (1) ermittelt. Mit Vollmilch wurde ein Kontrollversuch angestellt, der die Richtigkeit der Konstanten $a$ und $b$ bestätigte. Die Gleichungen (1) und (2) gelten für das in Abb. 2 angegebene Profil, für einen Temperaturbereich von 10° bis 40° und für eine Rieselmenge von 750 bis 1550 kg/mh bei einseitiger Berieselung. Für andere Rieselmengen, Temperaturen und Profile geben obengenannte Gleichungen mindestens einen guten Anhaltspunkt.

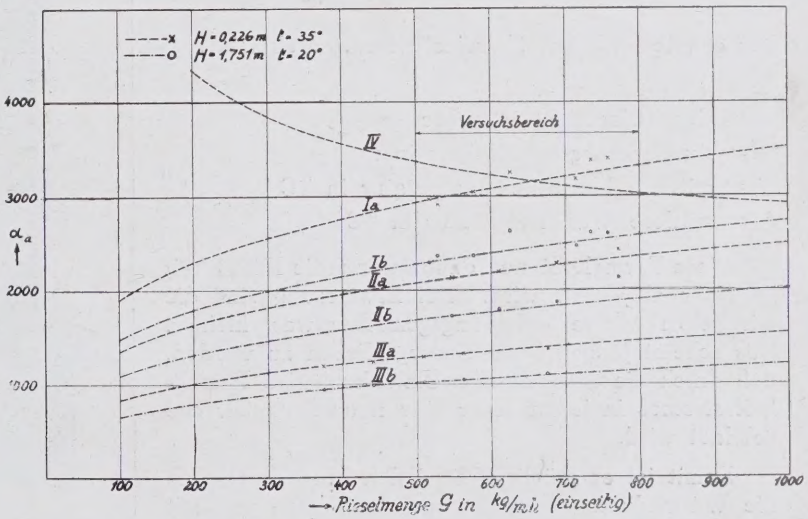



Abb. 5. Wärmeübergangszahl $\alpha_a$ zwischen Rieselflüssigkeit und Wand bei verschiedenen Rieselmengen für Wasser (I), 2 Glyzerin-Wassergemische (II und III) und für Wasser nach Nusselt (IV).
*a* Höhe $H = 0{,}226$ und $t = 35°$
*b* Höhe $H = 1{,}751$ und $t = 20°$.

Zum Vergleich der nach der Gleichung 1 berechneten Werte mit den Versuchsresultaten eignet sich Abb. 4, in der die Wärmeübergangszahl $\alpha_a$ über der Kühlerhöhe für Wasser und 2 Glyzerin-Wassergemische bei ungefähr gleichen Rieselmengen aufgetragen ist. Die Kreise entsprechen den Versuchswerten, während die ausgezogenen Kurven nach

[1]) Zippermayr, »Der Wärmeübergang am berieselten Rohr, Dissertation Karlsruhe 1927.

Gl. (1) berechnet sind. Die Uebereinstimmung ist recht gut.

Zum Vergleich ist ferner eine Kurve für Wasser nach der Gleichung von Nusselt eingetragen. Wenn auch der Verlauf der Kurven ähnlich ist, so sind die Nusselt'schen Werte bei der Rieselmenge von 660 kg/mh (einseitig) durchweg beträchtlich höher als die Versuchswerte.

Die Abhängigkeit der Wärmeübergangszahl $\alpha_a$ von der Rieselmenge $G$ zeigt Abb. 5. Neben den Versuchswerten sind auch hier wieder die nach Gleichung (1) berechneten Kurven eingetragen für Wasser und die beiden für die Versuche verwendeten Glyzerin-Wassergemische. Die Kurven und Versuchspunkte gelten dabei für: a) die Höhe $H = 0{,}226$ m und die Temperatur $t = 35^0$ und b) $H = 1{,}751$ m und $t = 20^0$. Die Versuchspunkte zeigen insbesondere bei größeren Rieselmengen und den weniger zähen Flüssigkeiten eine geringe Streuung. Es ist jedoch deutlich zu erkennen, daß die Wärmeübergangszahl mit zunehmender Rieselmenge größer wird. Die nach Nusselt berechnete Kurve IV für Wasser, $H = 0{,}226$ m und $t = 35^0$, zeigt einen grundsätzlich verschiedenen Verlauf, indem die Wärmeübergangszahl mit zunehmender Rieselmenge kleiner wird.

Auf dieselbe Art wie $\alpha_a$ bestimmt wurde, konnte auch $\alpha_i$ also die Wärmeübergangszahl der im Innern des Rohres strömenden Kühlflüssigkeit an die Wand ermittelt werden. Es hat sich dabei gezeigt, daß diese Werte recht gut mit den nach der Stender-Merkel'schen Gleichung

$$\alpha = 1755\ (1 + 0{,}015\ t_m)\ \frac{w^{0{,}87}}{d^{0{,}13}}$$

berechneten Werten übereinstimmen. Dabei ist:

$t_m = t_f + 0{,}1\ (t_w - t_f)$
$w$ = Geschwindigkeit in m/sec
$d$ = Durchmesser des Rohres in m
$t_f$ = mittlere Flüssigkeitstemperatur in $^0$C
$t_w$ = mittlere Wandtemperatur in $^0$C

Diese Formel gilt nur dann, wenn die Flüssigkeit im Rohr abgekühlt wird. Bei Erwärmung sind die wirklichen Werte erfahrungsgemäß etwas kleiner. Das scheint jedoch dadurch ausgeglichen zu werden, daß durch die fortwährende Umlenkung des Flüssigkeitsstromes in jedem Rohr eine neue Anlaufstrecke gebildet wird.

Damit ist es möglich, für jeden besonderen Fall die Wärmedurchgangszahl $k$ zu bestimmen und mit Hilfe der Wärmedurchgangsgleichungen die Flächen zu bemessen. Hierher gehören die Fragen der Unterteilung des Kühlers in Vor- und Tiefkühlfläche, ferner die Unterteilung großer Kühler, bei denen das Kühlmittel nicht in einem Strom den ganzen Kühler durchströmt, sondern in mehrere Ströme geteilt und dem Kühler an verschiedenen Stellen zugeführt wird. Auf die Fragen, die damit zusammenhängen, soll hier jedoch nicht näher eingegangen werden. In dem in Kürze erscheinenden Beiheft zu dieser Zeitschrift sind diese Fragen eingehend behandelt und es wird gezeigt, wie ein Berieselungskühler nach den hier gewonnenen Versuchsergebnissen berechnet werden kann.

# Die Kältemaschinen auf der Leipziger Messe.

Fast alle Firmen zeigten eine große Zahl von Schränken, Buffets und dergleichen, auf die im einzelnen nicht eingegangen werden kann. Die Kompressionsmaschinen für Schränke waren durchweg vollautomatisch. Ueberhaupt hat sich die Entwicklung, die in Heft 3 Seite 51 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift in ihrem Beginn gekennzeichnet war, fortgesetzt. Eine große Zahl Firmen baut die kleinen stehenden Verdichter mit Antrieb durch Keilriemen, mit schwefliger Säure oder Chlormethyl als Kältemittel, mit kupfernem luftgekühlten Verflüssiger. Der Motor wird ausgeschaltet in Abhängigkeit vom Verdampfungsdruck oder der Raumtemperatur. Die Schränke waren allgemein recht gut ausgeführt.

### a) Kompressionsmaschinen.

Gebrüder Bayer, Augsburg, hatten ihre Frigorrex-Maschine sowie eine große Zahl von Schränken ausgestellt, von denen eine dreifach verglaste Vitrine mit unsichtbarer Kühleinrichtung durch geschmackvolle Ausführung besonders auffiel.

Abb. 1. Vitrine mit unsichtbarer Kühleinrichtung (Gebr. Bayer, Augsburg)

Ferner zeigte sie 3 Ammoniakverdichter stehender Bauart für 2500, 5000 und 30 000 kcal Stundenleistung mit Kugellagerung aller beweglichen Teile.

Escher Wyss zeigten ihre Autofrigor-Maschine bis zu 7000 kcal/h in Betrieb. Die großen Maschinen hatten Schlangen für Solekühlung, aber man sah auch die Luftkühlerverdampfer mit Längsrippen zum Einbau in Kühlräume. Ein mit Fleisch beschickter vollautomatisch arbeitender Kühlraum von 4 m² Grundfläche mit Luftkühlung konnte im Betriebe besichtigt werden. Ferner waren Schränke, besonders

eine Eisbereitungsanlage zu sehen, bei der jede der vertikalen Achsen für die Trommel sowie die stopfbüchsenlose Solepumpe ihren eigenen Motor hatte.

Frigidaire G. m. b. H. zeigte sehr viel Schränke jeder Größe, sowie Vitrinen mit sichtbarem Kühlkörper. Die Maschinen werden jetzt mit einer Einrichtung geliefert — cold control — mit der jede Hausfrau sich die gewünschte Temperatur im Gefrierabteil selbst einstellen kann. Sie beruht darauf, daß

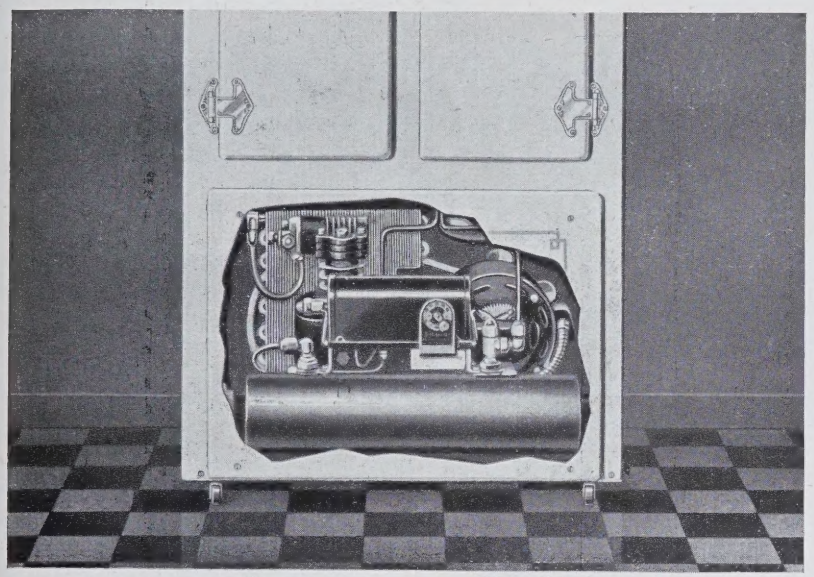


Abb. 2 Frigidaire-Schrank mit Temperatur-Einstellung

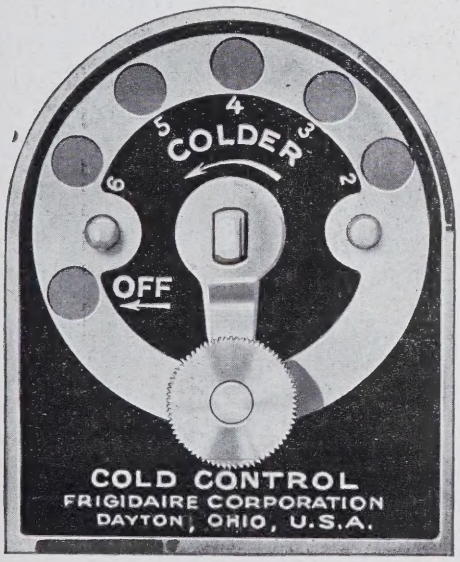



Abb. 3

der Druck auf den Balg, der unter dem Einfluß der verdampfenden schwefligen Säure steht, durch eine Feder mit veränderbarer Spannung beeinflußt wird. Wird der Federdruck verstärkt, so wird bei sinkendem Verdampferdruck der Strom früher ausgeschaltet als bei schwächerem Federdruck.

Die Gesellschaft für Lindes Eismaschinen zeigte ihre bekannten kleinen Ammoniak-Maschinen (Rheinland). Ein Speiseeisbereiter wurde mit einer Autopolarmaschine betrieben, ferner sah man wiederum die Maschine der offenen Bauart mit luftgekühltem kupfernen Kondensator. Eine automatische Fleischkühlanlage wurde im Betriebe gezeigt.

Siemens-Schuckert zeigten eine Anzahl ihrer Protos-Kühlschränke, die vollständig automatisch arbeiten. Das Chlormethyl wird durch einen Kapselkompressor, der unter dem Namen Elmopumpe bekannt ist, verdichtet. Die Welle trägt eine Walze mit 4 radialen Schlitzen zur Aufnahme von plattenförmigen Schiebern, die durch die Zentrifugalkraft sowie das mit Ueberdruck eingepreßte Glyzerin gegen die Zylinderwand gedrückt werden. Die Umlaufzahl beträgt 250 bis 920 je Minute. Die Welle wird

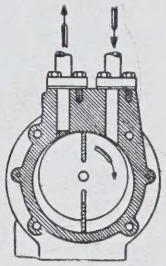


Abb. 4. Elmopumpe

durch eine Membranstopfbüchse, bei der die aufeinander gleitenden Flächen eben sind, abgedichtet. Der Thermostat wird von der Schanktemperatur beeinflußt.

Die DKW-Kühlanlagen, Scharfenstein, Sachsen, Zweigwerk der Zschopauer Motorenwerke

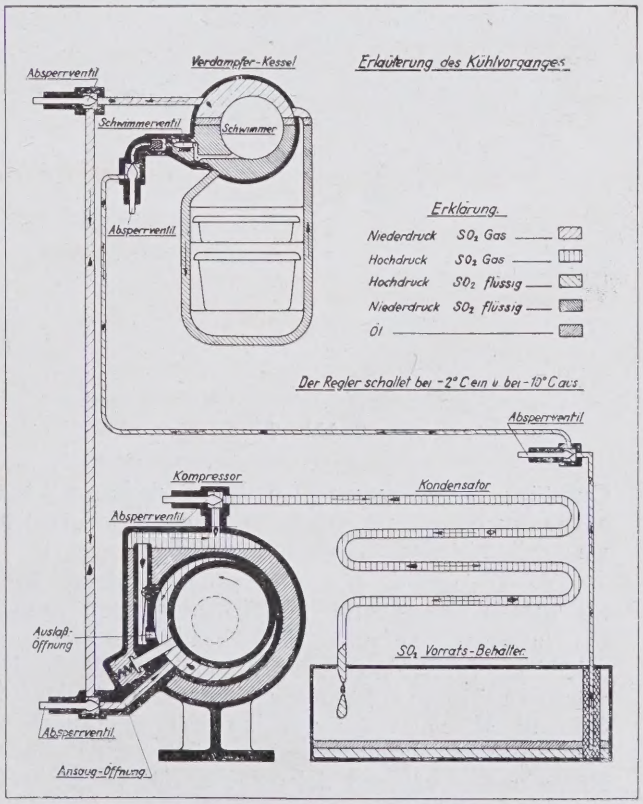



Abb. 5. DKW Kältemaschine

J. S. Rassmussen, zeigten Schränke und Kühleinrichtungen für Vitrinen und dergl.

Auch diese Firma verwendet einen Kapselkompressor für Verdichtung der $SO^2$, bei dem ein Schieber durch Federkraft gegen die exzentrisch rotierende Walze gedrückt wird. Die Umlaufszahl beträgt 350/min.

Die Firma A. Teves, Frankfurt a. M. zeigt »Ate«-Kompressoren, bei denen 2 Zylinder in einem

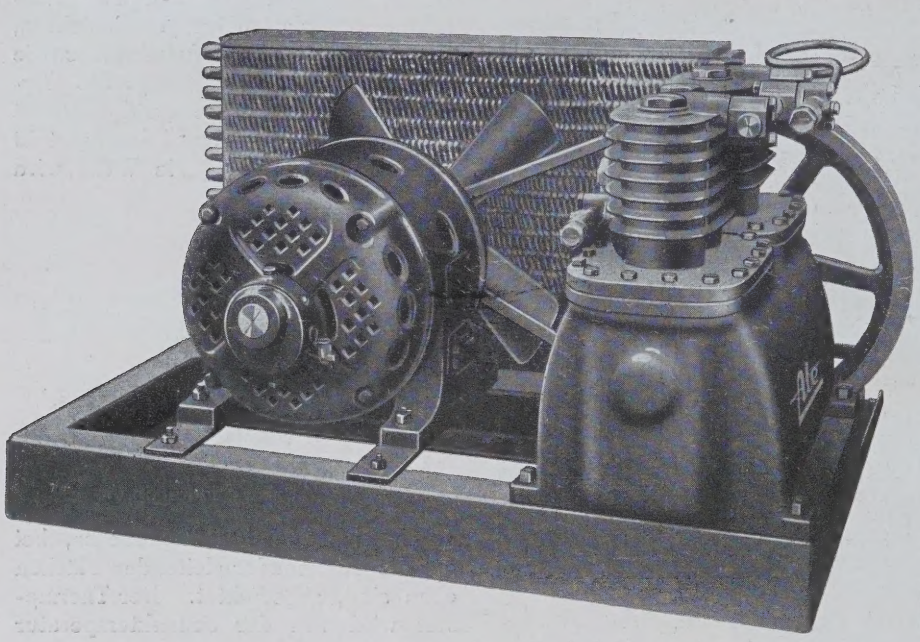


Abb. 6. 4 Cylinder-Verdichter. A. Teves

Gußstück vereint waren, von denen wiederum 2 auf einem Kurbelgehäuse saßen, so daß also im ganzen vier Zylinder zusammengebaut waren.

Die Umlaufzahl dieser Maschinen beträgt 220 bis 300 in der Minute, ihre Leistung 2000 kcal/h bei luftgekühltem und 3000 kcal/h bei wassergekühltem Verflüssiger. Die Schränke sind mit Metallwänden und innen fugenlos ausgeführt. Der ausgestellte Schrank »Lucullus« war außen mit kaukasischem Nußbaumholz fourniert und enthielt rechts einen Kühlschrank, während links Fächer für Gläser und Schubfächer für Silber waren. Er soll im Speisezimmer aufgestellt werden.

Die Zufuhr von Flüssigkeit zum Verdampfer erfolgt gemäß Abb. 7 unter Einfluß des Verdampferdruckes. Bei sinkendem Verdampferdruck wird durch die in den Balg (links) eingebaute Schraubenfeder der Ventilkegel angehoben, bei steigendem Druck wird er geschlossen.

Abb. 8 zeigt den Thermostaten, der die Maschine bei Unterschreitung einer bestimmten Temperatur im Solebehälter ausschaltet; die temperaturempfindliche Flüssigkeit erstarrt, dehnt sich dabei aus und hebt den oberen Teil des Schalters. Dabei werden die beiden schrägen, losen, durch Schraubenfedern zusammengehaltenen Metallstäbe zum Umschlagen gebracht. Der elektrische Kontakt wird also plötzlich geöffnet, wie er plötzlich geschlossen wird. Nach Angabe der Firma betragen die Temperaturschwankungen im Schrank nicht mehr als 1 °C.

Robert Wahl, Balingen, stellte neben normalen Ammoniakmaschinen in erster Reihe fertig zusammengebaute Maschinenapparate aus, die ohne weiteres in einen entsprechenden Kühlschrank eingebaut werden können, sich also ganz besonders für den Export eignen.

Die Abb. 9 zeigt einen zweizylindrigen Verdichter nebst Motor

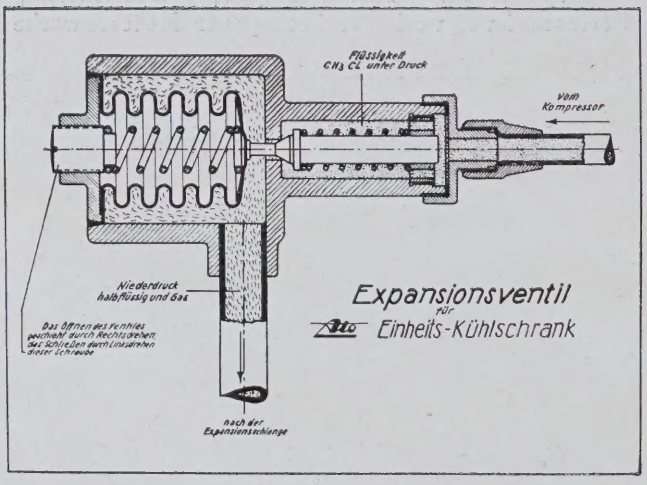



Abb. 7

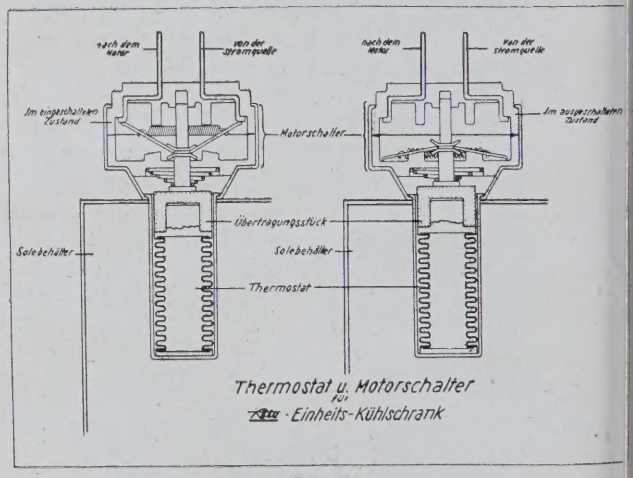



Abb. 8

und Verflüssiger, die auf einer Platte montiert sind, die auf der anderen Seite den Verdampfer mit Solespeicher trägt. Eine andere Maschine zum Einsetzen von oben zeigt Abb. 10.

Die Wumag (Waggon- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft Görlitz) zeigte Kältemaschinen etwas größerer Leistung, bei denen der Verdichter mit zwei oder mehr Zylindern, Motor und Verflüssiger auf einen Rahmen montiert sind und als Ganzes zum Versand gelangen können.

Die Vereinigten deutschen Kältemaschinenfabriken Borsig, Germania, Humboldt hatten kleinere

Ammoniakmaschinen ausgestellt, stehende Verdichter mit Röhrenbündel-Gegenstromkondensatoren, die einen Fleischkühlraum bezw. einen Milchkühler kühlten. Der »Viktoria«-Verdichter hat zwei einfachwirkende Zylinder, mit Plattenventile im Kolben, und Wassermantel im Zylinderkopf.

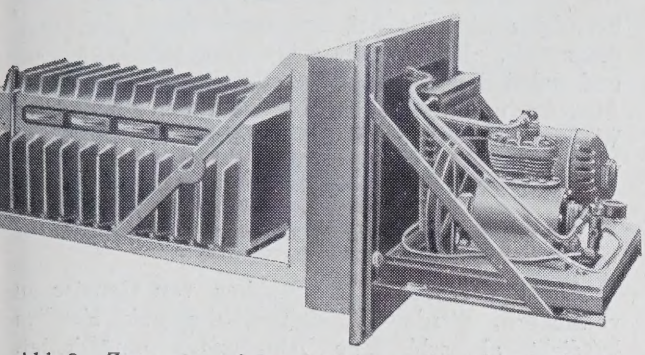


Abb 9. Zusammengebaute Kältemaschine. (Rob. Wahl)

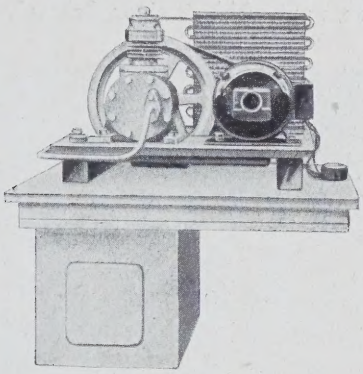


Abb. 10. Zusammengebaute Kältemaschine. (Rob. Wahl)

Die Stierlen-Werke, Rastatt, hatten außer Schränken einen Ammoniakverdichter für 8000 kcal/h mit einem Zylinder, und einen für 16 000 kcal/h mit 2 Zylindern ausgestellt.

C. G. Hauboldt, Chemnitz, hatte neben Wäschereismaschinen auch eine Kältemaschine aufgestellt, die auf eine Roheis- und Speiseeismaschine arbeitete.

Die Kelvinator Elektro-Kühlanlagen A.-G., Leipzig, hatte in ihren eigenen Räumen am Dittrichring ausgestellt und zwar Schränke für Haushalt und Gewerbe. Für letzteren Zweck werden $SO_2$-Verdichter mit Luft oder Wasserkühlung bis zu 3000 kcal/h gebaut, deren Zylinderkopf mit Wasser bezw. mit verdampfender $SO_2$ gekühlt wird.

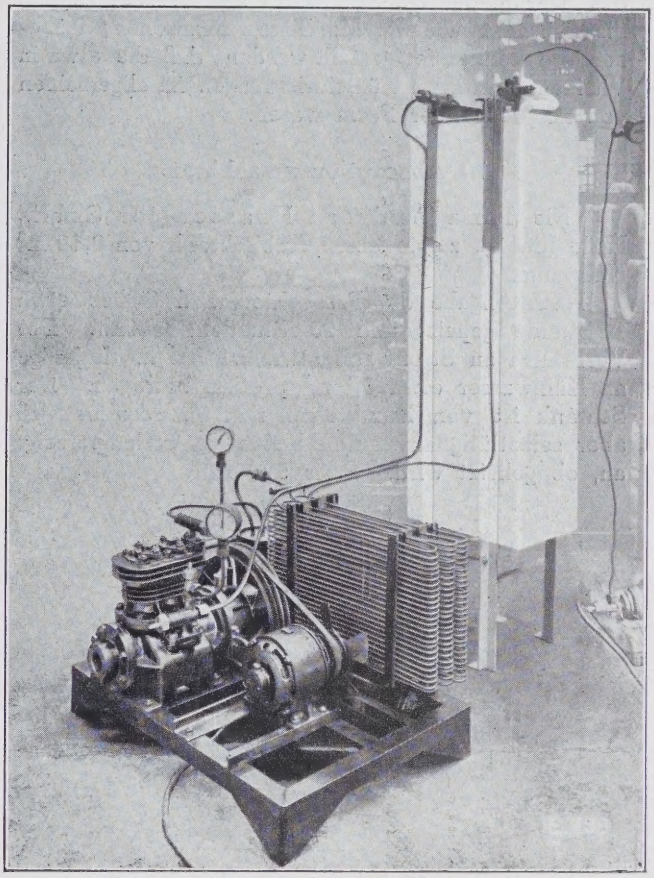


Abb. 11. Kleinkältemaschine. (Wumag)

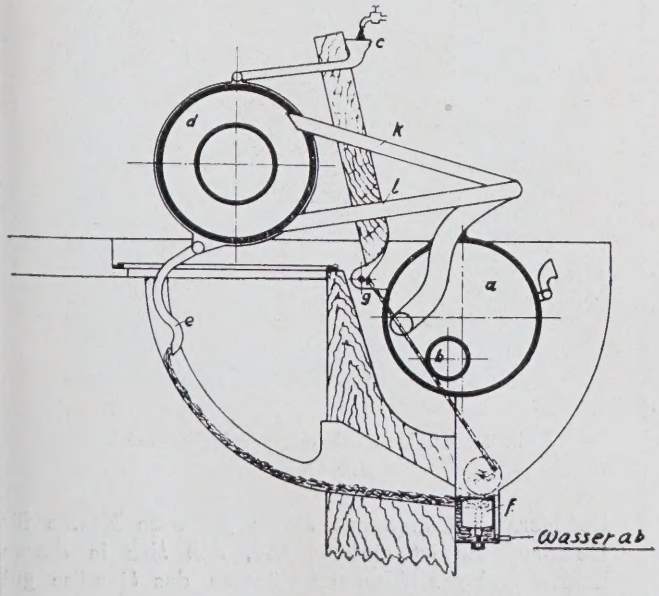



Abb. 12. „Framo" Absorptionsmaschine.

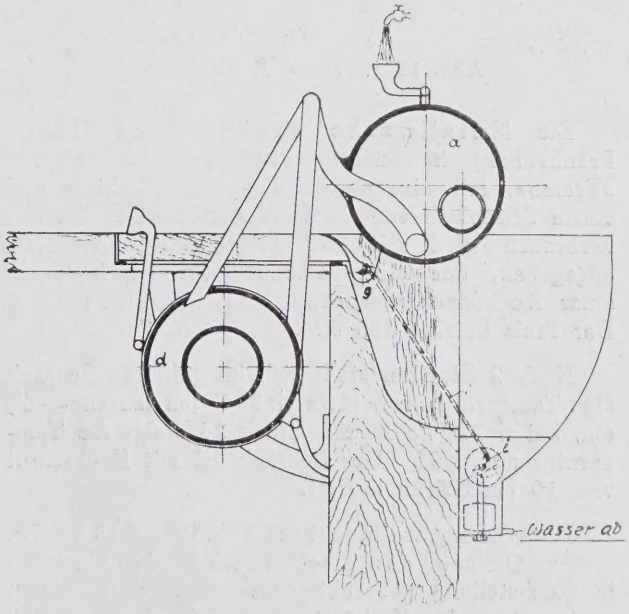



Abb. 13.

Brown, Boveri & Cie., Mannheim, zeigten ihre bekannten Rot-Silberautomaten.

Die Automatik der Maschinen, insbesondere der mit Kühlwasser arbeitenden, stammt zum größten Teil von Metzenauer & Jung, Elberfeld.

Die Ausführung der Schränke war durchweg ausgezeichnet, überall sorgfältige Abdichtung der Türen, kräftige Verschlüsse, vor allem saubere Ausführung des Schrankinneren. Es war ein ästetischer Genuß, die Schränke wie die Maschinen anzusehen; insbesondere konnte festgestellt werden, daß die etwa in Vitrinen sichtbaren Kühleinrichtungen im allgemeinen von ansprechender Form waren.

### b) Absorptionsmaschinen.

Die Firma Andreas Haassengier GmbH., Halle (Saale), zeigte einen Kühlschrank von 0,12 $m^3$ Nutzraum.

Nach Angabe des Prospektes wird täglich etwa 1 Stunde geheizt und 23 Stunden gekühlt. Der Verbrauch an Strom soll etwa 2,1 kW/h, derjenige an Kühlwasser etwa 0,5 $m^3$ pro Tag betragen. Der Schrank ist von Hand einzuschalten, schaltet sich aber selbsttätig aus. Eine kleine Kontrollampe zeigt an, ob geheizt wird. Preis 590 RM.

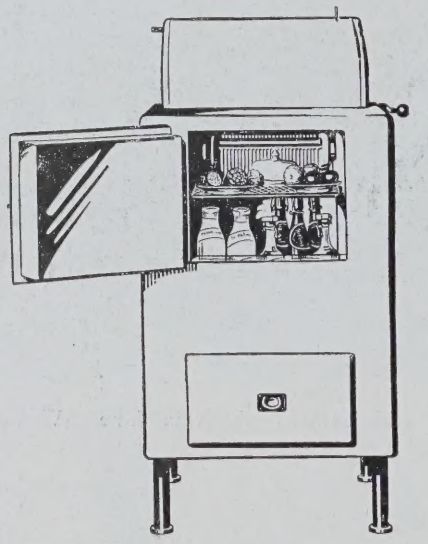


Abb. 14. „Framo" Kühlschrank

Die Metallwerke Frankenberg GmbH., Frankenberg in Sachsen, bieten einen Schrank, »Framo«, mit einem Kühlraum von 72 Liter und einem Schubfach von 40 Liter Inhalt. Der Wasserverbrauch wird mit 200 Liter pro Heizperiode angegeben, der Stromverbrauch zu 14, kW, bei einer Kochdauer von etwa 1 Stunde, 25 Minuten. Der Preis beträgt 385 RM.

Nach 2 Stunden stellt sich im gefüllten Schrank eine Temperatur von etwa $+3^0$ C (im leeren $-4^0$) ein, bei $+22^0$ im Raum. Nach 24 steigt die Temperatur auf $+9^0$. Der Schrank ist mit Korkschrot von 10 cm Stärke isoliert.

Die Wirkungsweise geht aus Abb. 12 und 13 hervor. Durch Oeffnen des Deckels wird die Maschine in Kochstellung gebracht. Der Kocher *a* gelangt nach unten, der Verflüssiger *d* nach oben, so daß das Wasser über diesen strömt. Gleichzeitig wird durch den Deckel die Heizung eingeschaltet, die jedoch erst in Wirksamkeit tritt, wenn auch der Schwimmer, der in den Kühlwasserabfluß eingebaut ist, durch Wasser angehoben, seinerseits den elektrischen Stromkreis schließt. Die Ammoniakdämpfe steigen durch das Rohr *k* in den Verflüssiger. Nach beendeter Kochzeit hat sich soviel Ammoniak in *d* gesammelt, daß die Maschine von selbst umkippt und dabei den Strom ausschaltet. *a* wirkt jetzt als Absorber und wird gekühlt. Etwa in *d* angesammeltes Wasser kann durch Rohr *l* nach *a* zurückgekippt werden. Krause.

## Neuerung an Kühlschränken.

Um das Trocknen und Welken von Gemüse zu verhindern, werden in den Kühlschrank ziemlich luftdicht abgeschlossene Abteilungen eingerichtet. Abb. 1 zeigt ein Schubfach für kleine Mengen, wie sie Frigidaire baut, Abb. 2 einen Schrank der Seeger

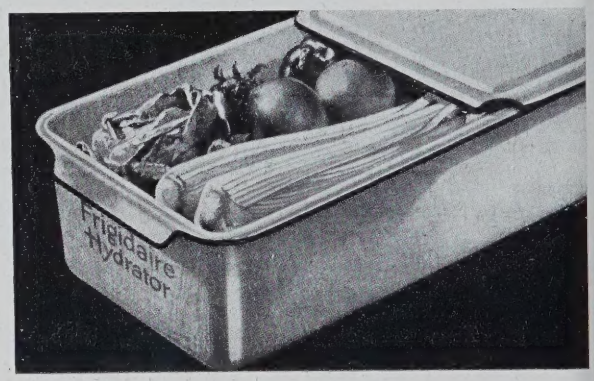



Abb. 1. Schubfach für Gemüse im Kühlschrank.

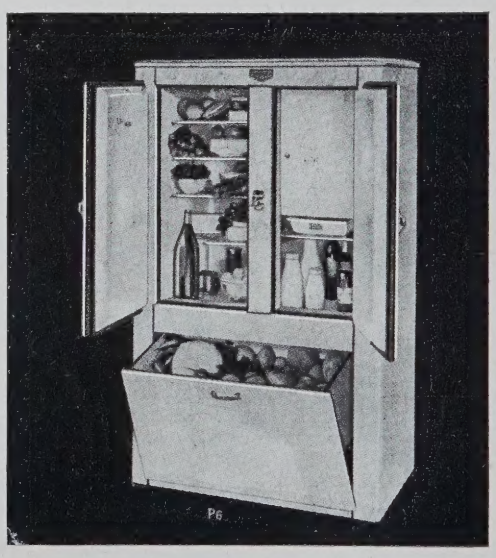


Abb. 2. Kühlschrank mit geschlossenem Abteil für Gemüse.

Refrigerator Comp. mit einem größeren Kasten für Gemüse. Es ist einleuchtend, daß sich in diesen kühlen und geschlossenen Räumen das Gemüse gut hält und frisch bleibt.

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen.

**Die Berechnung von Solespeichern.** W. Benz. Kälte, Februar 1930.

Die Berechnung wird durchgeführt unter der Annahme, daß im Solespeicher zur selben Zeit an allen Stellen die gleiche Temperatur herrscht. Unter der Annahme, daß das Produkt aus spez. Wärme der Sole und ihrem spezifischen Gewicht 940 $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^3\ ^0\text{C}}$ beträgt, kommt man zu der Gleichung

$\triangle t = \triangle t_a\ e^{-0{,}00425 \frac{\alpha \cdot z}{d}}$ wo bedeuten

$\triangle t$ die Temperaturdifferenz zwischen Sole und Raum,
$z$ Stunden nach Abstellen der Kühlung,
$\triangle t_a$ die anfängliche Temperaturdifferenz zwischen Sole und Raum,
$e$ die Basis der natürlichen Logaritmen
$\alpha$ die Wärmeübergangszahl von der Luft an die Speicherwand,
$d$ den äußeren Durchmesser des Solespeichers in m.

Es wird eine Tafel zur Bestimmung von $\triangle t$ in Abhängigkeit von $\frac{\alpha}{d}$ beigefügt und deren Verwendung an einigen Beispielen gezeigt. Das Verfahren der Berechnung ist sehr einfach, aber es wird weder der Belag mit Reif berücksichtigt, noch die Tatsache, daß die Temperatur im Kühlraum mit der Zeit ansteigt, und daß sich im Kühlraum Massen befinden, die mit erwärmt werden. Kr.

**Die Strömung von überhitztem Ammoniakdampf in einem einzölligen Stahlrohr.** (The flow of superheated ammoniac in one-inch extra heavy black steel pipe). J. John, C. Read und Edgar E. Ambrosius. Refrigerating Engineering, Februar 1930.

## Kälteverwendung.

**Die Behandlung von Kalifornischen Tafel-Weintrauben.** (Th handling of California table grapes). C. W. Mann. Ice an Refrigeration, Febr. 1930.

Zircular 83 vom November 29, herausgegeben vom U.-S. Departement of Agriculture zeigt, daß durch unsorgfältige Ernte die Verluste bis auf das fünffache dessen ansteigen, was bei sorgfältigem Pflücken verdirbt, sowie daß ein verspätetes Einbringen in den Kühlraum zu erhöhten Verlusten führt.

**Isolierte und gekühlte Lieferwagen.** William F. Baird. Ice and Refrigeration. Dezember 1929. S. 441.

Zur Erzielung tiefer Temperaturen werden alle vier Wände doppelwandig ausgeführt und mit Eis-Salz-Mischung gefüllt. Werden weniger tiefe Temperaturen verlangt, so wird allein die hohle Decke beeist. Nach einem anderen Verfahren werden flache, geschlossene Behälter von 500 × 450 × 50 mm mit Salzwasser gefüllt, im Salzbade oder Kühlraum gefroren und an Haken in dem Wagen aufgehängt, wo sie als Kühlkörper wirken. Maschinelle Kühlung mit Antrieb von der Wagenachse aus hat sich nur bei großen Wagen eingeführt. Störend ist das große tote Gewicht, das auch mitgeschleppt werden muß, wenn die Kühlung nicht gebraucht wird. In neuester Zeit tritt feste Kohlensäure als Kältemittel in den Vordergrund. Eine Regelung des Verbrauches an $CO_2$ in Anpassung an den Kälteverbrauch wird dadurch angestrebt, daß an der Decke des Wagens ein mit leichtverdampfender Flüssigkeit angefüllten Rohrsystem angeordnet ist, das in ein oberes Sammelstück mündet. Dieses ist als Mantel eines Behälters ausgeführt, der das Trockeneis aufnimmt. Das Kältemittel verdampft im Kühlraum und verflüssigt sich im Behälter. (Man hat hier also eine Abwandlung der in der Physik als Kryophor bekannten Einrichtung, die auch beim Daniellschen Hygrometer benutzt wird.) Ist der Gleichgewichtszustand erreicht, so wird durch das Kältemittel nur sehr wenig Wärme an das Trockeneis übertragen. Die Einrichtung soll sich gut bewährt haben und wiegt nur 75 kg. Der Verfasser glaubt, einen besonderen Vorteil dadurch zu erreichen, daß er in dem Schlangensystem eine gewisse Luftmenge beläßt. Er will damit erreichen, daß die Flüssigkeit unterhalb einer bestimmten Temperatur nicht sieden kann. Wenn der Luftdruck so groß ist, daß er etwa dem Dampfdruck bei $0^0$ F entspricht, so wird bei $0^0$ F die Flüssigkeit nicht sieden, sondern nur verdunsten. Bei höheren Temperaturen siedet nach Ansicht des Verfassers das Kältemittel trotz der Luft im System. Auch glaubt der Verfasser, daß bei tiefer Raumtemperatur das Kohlensäureeis durch den Mantel seines Gefäßes, der mit Luft geringer Spannung gefüllt, wie in einer Vakuumflasche isoliert ist, sodaß das Eis nur verbraucht wird, wenn der Kühlraum warm ist.

Die angestrebte Lösung ist interessant. In der Tat muß man dem Umstande, daß die Oberfläche des Trockeneises und damit die Kühlwirkung mit der Zeit geringer wird, Rechnung tragen, wenn man nicht anfänglich zu hohe, später zu geringe Wirkung haben will. Kr.

**Künstliche Kühlung beim Prüfen von Motoren** (Refrigeration used in testing motors) Refrigerating Word, Januar 1930.

Die Graham-Paige Motor Corporation, Detroit, hat einen Kühlraum eingerichtet, der auf $-20^0$ F = $-29^0$ C gekühlt werden kann, und in dem das Verhalten der Automobilmotore, Anlasser, Oelpumpen usw. in der Kälte geprüft wird. Die Leute, die in diesem Raum arbeiten müssen, sind wie Flieger in großer Höhe gekleidet. Die Kältemaschine hat eine Kälteleistung von 60 t in 24 Stunden. Die kalte Luft wird mit großer Geschwindigkeit durch den Raum geblasen. Kr.

## Wärmeschutz.

**Ein neues Isolierungssystem.** (New Insulation System.) H. P. Hill. Refrigerating World, Februar 1930.

Der Verfasser schlägt vor, im Kühlraum einen gewissen Ueberdruck zu erzeugen, sodaß durch Undichtigkeiten nicht warme Luft einströmt, sondern kalte Luft ausströmt.

# Bücherbericht.

**Die thermoelektrische Temperatur- und Wärmeflußmessung.** Von Dr.-Ing. E. Raisch und Dipl.-Ing. K. Schropp. (Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz e. V. München, Heft 8, Februar 1930.) 95 Seiten, 12 Abbildungen. Preis 6,00 RM. Selbstverlag Forschungsheim für Wärmeschutz e. V., München.

Die heutige Entwicklung der Wärme- und Kälteschutztechnik im weiteren Sinne, also unter Einschluß von technischen Aufgaben wie die des Wohnungsbaues oder der industriellen Oefen, bei denen vielfach Wärmeschutzmaterialien im strengeren Sinne des Wortes aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht verwendet werden können, verdankt ihren hohen Stand, der sie befähigt, auch den besonderen Anforderungen der neuzeitlichen Wärmetechnik gerecht zu werden, zweifellos im wesentlichen dem Umstande, daß rechtzeitig entsprechende Meßverfahren entwickelt wurden. Nicht nur, daß diese eine Voraussetzung für eine Analysierung der physikalischen Vorgänge und eine wissenschaftliche Durchforschung der Probleme überhaupt sind, hat man eine Uebertragung der im Laboratorium gefundenen Ergebnisse auf die praktischen Verhältnisse (Berücksichtigung der Qualität der Montage, der besonderen physikalischen Einflüsse der Praxis, der Ungleichmäßigkeiten der Fabrikation etc.) erst dann vornehmen können, als man in der Lage war, in exakter Weise den Isoliereffekt einer betriebsfertigen Anlage mit Hilfe des »Wärmeflußmessers« nachzuprüfen. Was die Tatsache der Nachprüfbarkeit außerdem aus psychologischen Gründen für die Uebernahme von Garantien, für die Vergebung von Aufträgen, für die Festlegung von Konventionalstrafen etc. bedeutet, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Wenn daher das Forschungsheim, dessen ausschlaggebende Verdienste für die gekennzeichnete Entwicklung ja bekannt sind, es nunmehr unternimmt, die für das fragliche Industriegebiet wichtigsten meßtechnischen Methoden und Apparate und ihre praktische Anwendung eingehend zu beschreiben, so erfüllt es damit die Aufgabe, daß der Praktiker von berufener Stelle gewissermaßen ein kleines Handbuch erhält, das gegenüber größeren Werken der Meßtechnik den Vorzug der Beschränkung auf die Bedürfnisse der in Frage stehenden Industrie besitzt.

Im einzelnen zerfällt das Heft in 2 Teile: Die thermoelektrische Temperaturmessung und die (sich darauf aufbauende) thermoelektrische Wärmeflußmessung.

Der erste Teil behandelt zunächst die theoretischen Grundlagen, wie das Meßprinzip, die verschiedenen Arten von Thermoelementen, die hauptsächlichen Meßmethoden und die wichtigsten Fehlerquellen. Daraufhin wird die praktische Durchführung von thermoelektrischen Temperaturmessungen gezeigt, und zwar im einzelnen der Bau und die Anwendungsvorschriften für die einzelnen Geräte, die Schaltung und der Einbau an der Meßstelle. Die Ausführungen sind durch eine kritische Beurteilung der erzielbaren Meßgenauigkeit und durch Auswertungsbeispiele unterstützt.

Dem 2. Teil sind ebenfalls theoretische Betrachtungen über Wirkung und Verwendung von Wärmeflußmessungen vorausgeschickt, dem sich Ausführungen über die Entwicklung, den Aufbau, die Eichnung und die konstruktive Durchbildung dieser wichtigen neuartigen Geräte anschließen. Ein weiterer großer Abschnitt behandelt die praktische Durchführung von Wärmeflußmessungen unter Anführung von Beispielen aus der Praxis.

Das Heft hat einen überaus reichen Inhalt und gibt die Gesamterfahrung des Instituts auf diesem Gebiet, soweit sie irgendwie für Außenstehende von Nutzen sein kann. Da im Vorwort ausdrücklich betont ist, daß bewußt auf die Wiedergabe einfacher allgemein gültiger »Gebrauchsanweisungen«, wie sie die Praxis gern wünscht, verzichtet wurde, um nicht zu einer Verkennung der notwendigen Voraussetzungen für eine sachgemäße Durchführung der Messungen zu verleiten, so muß der Praktiker allerdings mit einigem Ernst an die Durcharbeitung des Heftes gehen. Die ihm gestellte Aufgabe ist durch die Unterteilung in die theoretischen Voraussetzungen und in die praktischen Gesichtspunkte erleichtert. Im übrigen befindet sich heute eine Zusammenstellung der notwendigsten meßtechnischen Vorschriften für die Prüfung und Abnahme von Wärme- und Kälteschutzstoffen in den diesbezüglichen Regeln des Vereins Deutscher Ingenieure (vergleiche deren Besprechung in Heft 2 dieser Zeitschrift), so daß sich die Einstellung der Verfasser in dem gekennzeichneten Sinne umsomehr rechtfertigt. Die Praxis ist also dem Forschungsheim für diese umfassende und gründliche Arbeit und die Uebermittlung langjähriger Erfahrungen zu Dank verpflichtet. J. S. Cammerer.

**Strömungswiderstand und Wärmeübergang in Rohren.** Von R. Hermann und Th. Burlach, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 88 Seiten.

**Maandblad vor Koeltechniek.**

Seit Januar 1930 erscheint im Haag, Gondsbloemlaan 135, eine niederländische kältetechnische Zeitschrift unter vorstehendem Titel. Preis für den Jahrgang 6,— Gulden, für das Einzelheft 0,75 Gulden. Als Herausgeber zeichnet A. Brandes.

**Die Berechnung der Anheizung und Auskühlung ebener und zylindrischer Wände (Häuser und Rohrleitungen).** Dr.-Ing. W. Esser und Dr.-Ing. O. Krischer. Theorie und vereinfachte Rechenverfahren. Verlag von Julius Springer, Berlin. 88 Seiten. Preis geheftet 15 RM.

# Kleine Mitteilungen.

**Die zweite Weltwirtschaftskonferenz** wird vom 15. Juni bis 25. Juni 1930 in **Berlin** tagen. Die gesamte Leitung liegt in den Händen der vom Deutschen Nationalen Komitee geschaffenen Organisation, deren Geschäftsstelle sich im Ingenieurhaus, Berlin NW. 7, befindet. Mitglieder des Deutschen Nationalen Komitees sind die Ministerien, die Technischen Hochschulen, die bedeutendsten technisch-wissenschaftlichen Vereine, die Spitzenverbände der deutschen Industrie, die Reichsbahn und andere namhafte Körperschaften.

Für die Konferenz wurden bereits umfassende Vorarbeiten geleistet. Nicht weniger als 300 der bedeutendsten deutschen Fachmänner sind seit mehr

als einem Jahr dafür tätig, den Boden für eine fruchtbringende Arbeit auf den einzelnen Fachgebieten — feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe, Dampf-, Verbrennungs- und Wasserkraft, mechanische Energie, Elektrizität, schließlich Normung, Ausbildung, Statistik, u. a. m. — vorzubereiten. Von den 400 angemeldeten Beiträgen, die bereits mehrere Monate vor Konferenzbeginn gedruckt vorliegen und Interessenten auf Wunsch zur Verfügung stehen, werden auf der Tagung selbst lediglich die wichtigsten Ergebnisse durch Generalberichterstatter vorgetragen. Die danach einsetzende Diskussion wird den wertvollsten Teil der Konferenz bilden und zu wichtigen Entschließungen führen. Durch eine für den besonderen Zweck geschaffene Sprachen-Uebertragungsanlage wird jede Rede in den drei Kongreßsprachen deutsch, englisch und französisch zugleich hörbar gemacht werden.

Neben dem umfangreichen wissenschaftlichen Programm sind in den größten Sälen Berlins einige Vorträge allgemeiner Natur vorgesehen, in denen sich bedeutende Energiefachmänner und Wissenschaftler vor der breiten Oeffentlichkeit über aktuelle Fragen und Zukunftsaufgaben der Energiewirtschaft äußern werden. Außerdem finden mehrere groß angelegte gesellschaftliche Veranstaltungen sowie zwanglose Zusammenkünfte der Konferenzteilnehmer statt. Nach Schluß der Tagung werden auf mehreren sternförmig von Berlin ausstrahlenden Reisen den Teilnehmern der Tagung die Stätten deutscher Arbeit gezeigt und dabei rund 200 Industrieanlagen besichtigt werden.

Dabei werden in Berlin und seiner Umgebung die bedeutendsten elektrotechnischen Fabriken, Kraftwerke, Gaswerke, wissenschaftlichen Institute, sowie Braunkohlengruben und Braunkohlenkraftwerke besichtigt, außerdem die größte Dampfspeicheranlage und die größte Gleichrichterbahnstromversorgungsanlage der Welt. Bei den Fahrten, die ins Rheinland führen, werden Steinkohlen- und Braunkohlenbergwerke, Kokereien, Hüttenwerke, Elektrizitätswerke und Ferngasversorgungsanlagen zu sehen sein; sehr interessant verspricht der Besuch einer modernen 220/380 kV-Anlage und des größten Pumpspeicherwerkes Europas zu werden. Die Teilnehmer der Reisen nach Mittel- und Süddeutschland werden ebenfalls große im Bau befindliche Pumpspeicheranlagen besichtigen können, ferner chemische Fabriken, ein großes Dampfkraftwerk für Höchstdruckdampf und die 220/380 kV-Leitung von Rheinland-Westfalen nach der Schweiz. Bayern wird mit seinen bedeutenden Wasserkraftanlagen, ganz besonders aber mit dem Deutschen Museum in München den Besuchern viel Reizvolles bieten; auch neuzeitliche elektrochemische Anlagen werden gezeigt werden. Auf den Reisen in Schlesien sollen die Stromversorgungswerke für die elektrischen Gebirgsbahnen sowie bekannte Kohlengruben und Hüttenwerke berührt werden. Norddeutschland bietet viel Interessantes in seinen großen Schiffswerften und Hafenanlagen. Schließlich werden in vielen Städten die Technischen Hochschulen mit ihren Laboratoriumseinrichtungen manche neuen Eindrücke vermitteln.

Die Berichte sind in 34 Sektionen eingeteilt. Unsere Leser interessieren besonders die folgenden:

Sektion 1: Elektrizität in Haus und Landwirtschaft;
Sektion 2: Elektrizität in Industrie und Gewerbe;
Sektion 4: Wirtschaftsprobleme der Hochtemperaturentgasung;
Sektion 6: Kosten und Betriebsvergleich verschiedener Energiearten beim Abnehmer;
Sektion 8: Werke mit kombinierter Energiewirtschaft, insbesondere auch Heizkraftwerke
Sektion 23: Weltprobleme der Energiewirtschaft;
Sektion 34: Ausbildung.

Von den Berichten ist ein vorläufiges Verzeichnis erschienen, das bei der Geschäftsstelle erhältlich ist. Es enthält auch eine vorläufige Zeittafel. Von den einzelnen Berichten können Konferenzvorabzüge bezogen werden, deren Kosten 1 bis 2 RM. für das Stück betragen.

Es sei auf folgende Berichte besonders aufmerksam gemacht:

Bericht 47, Sektion 1: Elektrizität in der Haus- und Landwirtschaft vom Standpunkte des Stromverbrauchers und des Stromlieferanten. Verfasser A. Petri. (ca. 2 RM.)
Bericht 13, Sektion 4: Gaszerlegung durch Druck und Tieftemperatur. Verfasser Ph. Borchardt. (ca. 2 RM.)
Bericht 74, Sektion 4: The Syntetic Ammonia Industry. Verfasser G. P. Pollith. (ca. 2 RM.)
Bericht 376, Sektion 8: Kupplung der Kraft- und Wärmewirtschaft. Verfasser E. Niethammer. (ca. 1 RM.)

In einem Teil dieser Vorträge dürfte auch von Kältetechnik die Rede sein.

In den allgemeiner gehaltenen Vorträgen werden sprechen: D. N. Dunlop, der die erste Weltkraftkonferenz in London 1924 ins Werk gesetzt hat, über die Beziehungen zwischen Energiewirtschaft und Civilisation; Alfred Eddington über Hochfrequenztechnik; Thomas Alva Edison wird in einem Sprechfilm seinen berühmten Glühlampenversuch vorführen; D. Lerruys über die Abwandlung des Rationalisierungsgedankens in den verschiedenen Ländern; Albert Einshein über das physikalische Raum- und Aetherproblem; Oskar Oliven über den Gedanken eines europäischen Großkraftnetzes.

Kr.

# Wirtschaftliche Nachrichten.

Dem **Geschäftsbericht der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen, Hamburg,** über das Geschäftsjahr 1929 entnehmen wir:

Der schon im letzten Geschäftsbericht erwähnte verstärkte Wettbewerb in unserer Industrie hat sich auch im vergangenen Jahre namentlich in der Kühlraum-Vermietung in zunehmendem Maße fühlbar gemacht. Die ungeheure Kälte zu Anfang des Jahres brachte in den für die Eierproduktion maßgebenden Monaten einen erheblichen Ausfall und als Folge der dadurch bedingten hohen Einkaufspreise eine geringere Beanspruchung der zur Verfügung stehenden Kühlräume durch den Eiergroßhandel. Dem Eisgeschäft, das ebenfalls als Folge der außergewöhnlichen Kälte zu Anfang des Jahres große Einbuße erlitt, kam die günstige Witterung in den Sommer- und Herbstmonaten zu statten.

In Hamburg haben wir das neue Kühlhaus im Freihafen (Werk V), das zur Lagerung von Heringen voll vermietet ist, im Juni in Betrieb genommen.

Für die z. Zt. im Bau befindliche Schweineschlachthalle der Schlachthofverwaltung Hamburg, die direkt neben unserem Werk I errichtet wird, haben wir die Kältelieferung aus unserem Betrieb mit übernommen. Die dadurch notwendig gewordene Erweiterung und Erneuerung der Maschinenanlage in diesem Werk bedingt für uns in den nächsten Jahren nicht unwesentliche Aufwendungen.

Unsere Beteiligung bei der Kühltransit-Aktiengesellschaft, Hamburg, und der Blockeis Fabrik Köln von Gottfr. Linde G. m. b. H., Köln, hat wiederum befriedigende Verzinsung gebracht.

Laut beiliegender Bilanz steht nach Vornahme der Abschreibungen in Höhe von RM 445267,60 ein Reingewinn von RM 1372910,43 zur Verfügung.

Die Aussichten für das begonnene Jahr sind noch weniger übersichtlich als in den Vorjahren. Obgleich wir bei der milden Witterung in den ersten Monaten einen befriedigenden Eisumsatz zu verzeichnen haben, wird erst der Verlauf der Sommer- und Herbstmonate den Ausschlag geben. In der Kühlraumvermietung dürfte das Geschäft durch verstärktes Ueberangebot an Räumen auch weiterhin leiden, umsomehr als es noch nicht zu übersehen ist, in welchem Umfange der Großhandel nach der teilweise ungünstigen Marktgestaltung während der letzten Monate wieder Einlagerungen in der neuen Saison vornehmen wird.

Der Reingewinn von RM 1372910,43 wird wie folgt verteilt:

| | | |
|---|---|---|
| Zuweisung zum Reservefonds 5% von RM 1304890,30 | RM | 65244,52 |
| Zuweisung zur Beamten-Pensionskasse | „ | 30999,— |
| Zuweisung zur Klint-Stiftung | „ | 20000,— |
| Zuweisung zum Spezial-Reserfonds | „ | 100000,— |
| Dividende 6% auf RM 20000,— Vorzugs-Aktien | „ | 1200,— |
| Dividende 12% auf RM 8400000,— Inhaber-Aktien | „ | 1008000,— |
| Tantièmen | „ | 82155,55 |
| Vortrag auf 1930 | „ | 66310,36 |
| | RM | 1372910,43 |
| Unkosten | RM | 3452929,41 |
| Abschreibungen | „ | 445267,60 |
| Reingewinn | „ | 1371910,43 |

**Norddeutsche Eiswerke, Berlin.** Dem Geschäftsbericht 1929 entnehmen wir:

Der erzielte Jahresgewinn gestattet die Ausschüttung einer Dividende von 10%.

Das Eisgeschäft war zufolge des langen Winters 1928/29 in den ersten Monaten des Berichtsjahres schleppend, die günstige Witterung des Sommers erbrachte einen Ausgleich.

Die Kühl- und Gefrierhäuser waren wieder gut belegt und erzielten ein befriedigendes Einnahmeergebnis.

| | | |
|---|---|---|
| Das Gesamterträgnis ergab einen Bruttogewinn von | RM | 575067,90 |
| Nach Abzug der Abschreibungen in Höhe von | „ | 202423,35 |
| verbleibt ein Reingewinn in Höhe von | „ | 372644,55 |

Der bisherige Abschnitt des neuen Geschäftsjahres hat im Eisgeschäft zufolge der milden Winterwitterung gegen die gleiche Zeit des Vorjahres eine Absatzsteigerung zu verzeichnen, im Kühlhausgeschäft war der Geschäftsgang derselbe wie im Vorjahre.

Dem **Geschäftsbericht der Kühlhaus Zentrum A.-G., Hamburg** über das Jahr 1929 entnehmen wir:

Die Einnahmen des 18 Geschäftsjahres aus dem Vermietungsgeschäft waren infolge der Vermehrung der Gefrierräume in Hamburg nicht unwesentlich geringer, dagegen hat sich der Eisabsatz infolge des wärmeren Sommers etwas erhöht.

Die allgemeinen Geschäftsunkosten konnten gegen das Vorjahr erheblich vermindert werden, so dass wir nach Vornahme der üblichen Abschreibungen wiederum in der Lage sind, eine Dividende von 11% vorzuschlagen.

Wir beantragen, den sich aus der Bilanz ergebenden Reingewinn einschließlich Vortrag aus dem Jahre 1928 wie folgt zu verteilen:

| | | |
|---|---|---|
| 11% Dividende | RM | 143000,— |
| Tantième an Aufsichtsrat | „ | 10500,— |
| Vortrag auf neue Rechnung | „ | 47953,— |
| | RM | 201453,— |
| Betriebs-Unkosten: | | |
| Gehälter, Löhe, Unkosten, Steuern, Betriebsmaterialien, Reparaturen usw. | RM | 483709,99 |
| Abschreibungen: | | |
| Fabrik-Grundstück und Gebäude-Konto | „ | 18232,69 |
| Wohnhäuser-Konto | „ | 8000,— |
| Maschinen-Konto | „ | 28000,— |
| Kraftwagen-Konto | „ | 3999,— |
| Eisschränke-Konto | „ | 2823,— |
| Reingewinn 1929 | „ | 152989,04 |

Das **Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk A.-G.** berechnet jetzt

| | | |
|---|---|---|
| für Kochstrom (auch für Betrieb von Kleinmaschinen) | 9 | Pfg. je kWh |
| für Lichtstrom | 18 1/8 | „ „ „ |

Bei Lichtstrom gibt es für größeren Verbrauch Rabatte.

**Berliner Eispreise.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Kunsteis** | über 10 Zentner | 1,40 | RM. pro Zentner |
| „ | 5 bis 10 „ | 1,50 | „ „ „ |
| „ | darunter | 1,55 | „ „ „ |

frei Haus.

Bei Abnahme ab Werk ist der Preis für alle Mengen 1,25 RM. pro Zentner.

Für Haushaltungen kostet

| | |
|---|---|
| 1/2 Eimer | 0,40 RM. |
| 1 „ | 0,70 „ |

**Trockeneis** (Kohlensäure-Eis)

| | | |
|---|---|---|
| für Gewerbetreibende | 0,60 | RM. pro Kilo |
| „ Haushaltungen | 0,70 | „ „ „ |

# Persönliches.

**Thomas Shipley †.** Am 22. Januar d. J. starb Thomas Shipley, Präsident und General-Direktor der York Ice Machinery Corporation. Im Jahre 1861 geboren, kam er nach Verlassen des Cooper Instituts und einigen Jahren Tätigkeit in anderen Zweigen des Maschinenbaues 1884 in die Kältetechnik, deren bedeutendster Repräsentant in Amerika

wurde. 1897 wurde er Direktor der York Ice ach. Corp., die damals 50 Arbeiter beschäftigte nd die unter Shipleys sehr energischer Leitung ohl die bedeutendste Kältemaschinenfabrik der Vernigten Staaten geworden ist. Krause.

# Patentberichte.

## Anmeldungen.

7a, 8. P. 53801. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 9. 10. 26. Schweden 1. 5. 26.

7a, 8. P. 58731. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 9. 10. 28. Schweden 11. 10. 27 und 25. 11. 27.

7a, 9. W. 78881. Reinhard Wussow, Berlin-Charlottenburg 4, Pestalozzistraße 25, und Wilhelm Röper, Berlin NW 6, Marienstr. 9. Einrichtung für periodisch arbeitende Absorptions-Kälteapparate zur selbsttätigen Rückführung der im Verdampfer sich ansammelnden Lösungsmittelkondensate; Zus. z. Anm. W. 78658. 26. 3. 28.

7a, 10. P. 56506. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Relaiselement für elektrisch betriebene Kühlapparate. 14. 11. 27. Schweden 29. 9. 27.

7a, 13. S. 89240. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen bei Köln. Anordnung von Sammelbehältern bei Kältemittelverflüssigern mit geringem Raum. 8. 1. 29.

7b, 2. F. 67433. A. Freundlich, Maschinenfabrik, Düsseldorf 60. Eiszelle mit allseitig umgebördeltem oberem Rand. 15. 12. 28.

7d, 5. S. 91053. Siemensstadt-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Selbsttätige Umschaltvorrichtung für Kühlwasserpumpensätze. 13. 4. 29.

7a, 8. P. 54328. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: Dr. A. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Ausschließlich durch Wärme betriebener, kontinuierlich arbeitender Kälteapparat. 5. 1. 27. Schweden 1. 5. 26.

a, 10. P. 55527. Dr.-Ing. Chr. Pöhlmann, Augsburg, Flurstr. 35. Selbsttätig wirkende Absorptionskühlanlage. 23. 6. 27. Leipziger Techn. Messe 6. 3. 27.

a, 13. K. 114857. Dipl.-Ing. Jwan Kuprianoff, Karlsruhe i. B., Stefanienstraße 7. Verfahren zur Erhöhung des Flüssigkeitsumlaufs in Verdampfern von Kältemaschinen. 22. 5. 29.

a, 14. B. 143585. Firma Gebrüder Bayer Augsburg, Aeußere Uferstr. 65. Kombiniertes Druck- und Sicherheitsventil. 11. 5. 29.

a, 16. P. 55628. Frédéric Augustin Pollard, Vincennes; Vertr.: Chr. Geiß, Pat.-Anw., Frankfurt a. M. Kompressions-Kältemaschine. 14. 7. 27. Frankreich 26. 7. 26.

a, 19. B. 136577. Carl Baumann, Zürich, Schweiz; Vertr.: H. Nähler, Dipl.-Ing. E. Vorwerk, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zur Beseitigung des Wasserinhaltes von Kleinkältemaschinen. 24. 3. 28. Schweiz 16. 3. 28.

17b, 2. 144571. A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Kippbare Füllbehälter. 10. 7. 29.

17d, 5. Sch. 90107. Dr.-Ing. Ernst Schmidt, Danzig-Langfuhr; Vertr.: Karl Rothammer, Aschaffenburg, Preußenweg 18. Oberflächenkondensator. 23. 4. 29.

17a, 4. E. 38336. Edos Akt.-Ges., Berlin-Schöneberg, Innsbrucker Str. 7. Verfahren zum selbsttätigen Anlassen und Stillsetzen von Kältemaschinen. 30. 11. 28.

17a, 6. D. 57582. Dr. Walther Dietrich, Berlin-Wilmersdorf, Weimarische Str. 27, und Dr. Klemens Bergl, Berlin-Friedenau, Südwestkorso 70. Kleinkälteapparat. 28. 1. 29.

17a, 6. E. 37422. Edos Akt.-Ges. für Patent- und Grundbesitzerverwertung, Berlin-Schöneberg. Kältemaschine. 18. 5. 28.

17a, 8. S. 69569. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Verfahren zum Betriebe einer Absorptionsmaschine. 8. 4. 25.

17a, 10. P. 58297. Platen-Munters Refrigerating Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Regelvorrichtung für Kühlschränke. 1. 8. 28. Schweden 20. 7. 28.

17a, 16. S. 87716. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Kompressions-Kältemaschine. 5. 10. 28.

17b, 2. C. 42998. Lloyd G. Copeman, Flint, Michigan, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. A. Spreer, Pat.-Anw., Leipzig. Eiszelle. 27. 4. 29. V. St. Amerika 3. 5. 28.

17c, 4. Sch. 89823. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 15, Pariser Str. 32. Kühlelement zum Aufbau von Kühlraumwandungen in Form einer Platte. 25. 3. 29.

17f, 5. W. 81414. Wehrle-Werk A. G., Emmendingen, Baden. Wärmeaustauschapparat mit in einem Mantel untergebrachten Röhrenbündel und Zwischenwänden. 3. 1. 29.

17f, 5. W. 83820. Wehrle-Werk A. G., Emmendingen, Baden. Wärmeaustauschapparat mit im Mantel angebrachtem Rohrenbündel und zwischen Querplatten befestigten seitlichen Leitflächen; Zus. z. Anm. W. 81414. 27. 9. 29.

17f, 5. W. 83821. Wehrle-Werk A. G., Emmendingen, Baden. Bodenkammer eines Wärmeaustauschapparates. 3. 1. 29.

17a, 13. A. 59925. Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie, Zürich; Vertr.: Max Metzentin, Lindau, Bodensee. Kälteanlage. 11.12.29.

17a, 8. P. 54529. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat; Zus. z. Anm. P. 53801. 2. 2. 27.

17a, 16. A. 57138. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. h. c. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Kreiselverdichter. 18. 3. 29.

17a, 18. C. 41283. Chicago Pneumatic Tool Company, New York; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf. Kühlschrank mit eingebauter Kältemaschine. 39. 3. 28. V. St. Amerika 15. 4. 27.

## Erteilungen.

17a, 4. 494603. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri,

Mannheim-Käfertal. Selbsttätige Regulierung einer Kälteanlage mit Kreiselverdichter. 7. 9. 28. A. 55279.

17a, 13. 494510. Anglo-Chilian Consolidated Netrate Corporation, New York; Vertr.: Dr. K. Michaelis, Pat.-Anw., Berlin W 50. Rieselkühler für Flüssigkeiten. 29. 10. 26. G. 68530. V. St. Amerika 21. 11. 25.

17a, 15. 494298. Waggon und Maschinenbau A.-G. Görlitz, Görlitz. Schleifringdichtung für die Stopfbüchse von Kältekompressoren. 20. 3. 28. W. 78864.

17g, 2. 494118. Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Hanauer Landstraße 314—326. Verfahren zur Vorkühlung der zu verflüssigenden Luft bei Luftverflüssigungs- und Trennungsapparaten. 15. 2. 28. M. 103485.

17a, 2. 494806. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim - Käfertal. Stopfbüchsenlose Kältemaschine. 15. 4. 28. A. 53868. Schweiz 30. 3. 28.

17a, 2. 494807. Marcel Audiffren, Cannes, Frankreich; Vertr.: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Regler, insbesondere für umlaufende vollständig geschlossene Kältemaschinen. 11. 12. 27. A. 55964. Frankreich 28. 10. 27.

17a, 4. 494690. Wilhelm Wekerle, Zuffenhausen-Württbg. Regel- und Kontrolleinrichtung für Kältemaschinen; Zus. z. Patent 472400. 10. 3. 27. W. 75297.

17a, 8. 494808. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Verteilung von Kältemittelmengen auf mehrere Verdampferräume. 5. 1. 27. P. 54321. Schweden 9. 1. 26.

17a, 8. 494809. C. Senßenbrenner, Düsseldorf-Oberkassel, Cheruskerstraße 73. Verfahren zur Kälteerzeugung mittels eines Ueberflutungsverdampfers bei Absorptionsmaschinen. 10. 8. 27. S. 81055.

17a, 12. 494810. Dr. Leo Szilard, Berlin Wilmersdorf, Prinzregenterstr. 95. Intermittierend wirkende Kältemaschine mit getrenntem Kocher und Absorber. 13. 6. 28. S. 86025.

17a, 20. 494811. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Verfahren zur Erzeugung von Kälte. 9. 12. 27. A. 52676.

17a, 6. 494714. Franz Becker, Hadamar bei Limburg. Vorrichtung zum Herstellen geformter Speiseeismasse mittels Abkühlung der gefrorenen Masse. 26. 1. 29. B. 141532.

17d, 5. 495104. Emil Josse, Berlin-Lankwitz, Lessingstr. 14. Verfahren zum Vorwärmen von unterkühltem Kondensat aus Oberflächenkondensatoren. 21. 4. 28. J. 34169.

17g, 4. 495022. Gesellschaft für Industriegasververwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestraße 39. Transport- oder Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase. 23. 12. 26. G. 74464.

17a, 2. 495539. Brown, Boveri & Cie. Akt.-Ges., Mannheim. Kältemaschine mit umlaufendem den Verdichter enthaltenden Kondensatorgehäuse. 6. 6. 28. B. 137730.

17a, 9. 495431. Karl Hochherz, Augsburg, Aeussere Uferstrasse 49. Verfahren zur selbsttätigen periodischen Entwässerung des Verdampfers von Absorptionskältemaschinen. 20. 12. 24. H. 99 77

17a, 16. 495341. Gebr. Sulzer Akt.-Ges., Winterthur, Schweiz; Vertr.: M. Wagner und Dr.-In G. Breitung, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Einrichtung zum Rückführen von Oel aus dem Verdampfer in den Kompressor von Kältemaschine 30. 10. 28. S. 88102.

17g, 2. 495699. Giovanni Cicali, Bologna, Italie Vertr.: Dr. Chr. Deichler, Pat.-Anw., Berlin SW 1 Verfahren zur Gewinnung von Sauerstoff u Stickstoff aus der Luft. 10. 5. 25. C. 36 65 Italien 16. 2. 25.

17g, 2. 496066. Autogen-Gasaccumulator Krü & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränl Augsburg, Ulmer Strasse 234. Verfahren zu Zerlegen von Gasgemischen; Zus. z. Pat. 490 87 2. 10. 26. F. 62189.

17g, 5. 495795. Pierre Polard, Aubervilliers, Sein Frankreich; Vertr.: Dr.-Ing. Dr. H. Schack, Pa Anw., Berlin C. 2. Verfahren zum Fördern flü siger Gase durch einen Pumpvorgang. 27. 11. 2 P. 59101. Frankreich 5. 5. 28.

17a, 9. 496324. Karl Hochherz, Augsburg, Aeu sere Uferstr. 49. Einrichtung zur selbsttätig periodischen Entwässerung des Verdampfers v Absorptionskältemaschinen; Zus. z. Pat. 495 4 19. 8. 25. H. 103149.

17a, 9. 496395. Karl Hochherz, Augsburg, Aeu sere Uferstrasse 49. Einrichtung zur selbsttätig periodischen Entwässerung des Verdampfers v Absorptionskältemaschinen; Zus. z. Pat. 495 4 15. 5. 26. H. 106571.

17a, 9. 496325. Karl Hochherz, Augsburg, Aeu sere Uferstrasse 49. Einrichtung zur selbsttätig Entwässerung des Verdampfers von periodis arbeitenden Absorptionskältemaschinen; Zus. Pat. 495431. 19. 9. 26. H. 108097.

17a, 16. 496649. Chicago Pneumatic Tool C New York; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-An Düsseldorf. Vorrichtung zum Konzentrieren in dem Kältemittel einer Kältemaschine gelös Schmiermittels. 18. 1. 27. C. 39240. V. Amerika 15. 2. 26.

17c, 3. 496633. Fabrik elektr. Apparate Fr. Sau A.-G., Basel, Schweiz; Vertr.: Dipl.-Ing. G. B tram, Pat.-Anw., Berlin SW. 68. Steuervorri für elektrisch betriebene Kühlanlagen mit m reren Kühlzellen. 8. 12. 27. F. 64923. Schw 14. 12. 26.

**Löschungen.**

17a. 45 1288, 485 002
b. 469 784
c. 399 747, 458 758
d. 345 372
f. 461 246

## Gebrauchsmuster.

**Eintragungen.**

17a. 1 110 629. Rich. Stetefeld, Berlin - Pank Schönholzer Str. 1. Verdampferentwässerungsv richtung für intermittierend arbeitende Ammon absorptionsmaschinen. 12. 2. 30. St. 206.30.

17a. 1 111 865. Firma A. Freundlich, Düsseld Suitbertusstr. 127-143. Berieselungsverflüssiger Kältemaschinen. 16. 3. 29. F. 59 811.

17 a. 1 111 998. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Verdampfer für Kälteanlagen. 30. 9. 29. H. 128 761.

17 a. 1 112 004. Willy Hirche, Leopoldshain i. Schles. b. Görlitz. Kälteverdichter mit luftgekühltem Verflüssiger. 10. 1. 30. H. 145.30.

17 c. 1 111 355. Gechter & Kühne Akt.-Ges., Heidenau, Bez. Dresden. Sahnekühler für Kühlung mittels Trockeneis. 18. 2. 30. G. 411.30.

17 c. 1 111 356. Gechter & Kühne Akt.-Ges., Heidenau, Bez. Dresden. Austragekasten mit Trockeneiskühlung. 18. 2. 30. G. 412.30.

17 c. 1 111 361. Helios - Flaschen - Gesellschaft, Ilmenau i. Th. Trockeneiskältespender. 18. 2. 30. H. 838.30.

17 e. 1 111 234. Emil Seidel, Bergedorf. Rohr für Berieselungsapparate. 17. 2. 30. S. 695.30.

17 a. 1 113 714. G. H. Walb & Co., Mainz, Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Mainz-Kostheim. Vorrichtung zum Betrieb von Kühlanlagen für Konditoreien, Gasthäuser oder dergl. 8. 12. 26. W. 76 042.

17 c. 1 112 575. Eduard Probst, Hannover, Harnischstrasse 10. Milchflaschenkühler mit Kühlrippen. 22. 2. 30. P. 405.30.

17 c. 1 113 064. Remalitt-Werke G. m. b. H., Ransbach i. W. Butterkühlereinsatz mit durchlochtem Glasdeckel. 27. 2. 30. R. 634.30.

17 c. 1 113 099. Platen-Munters Refrigerating SystemAktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Tragorgan, das mit den Innenwänden von Kühlschränken in lösbarer Verbindung steht. 2. 2. 29. P. 50 696.

17 a. 1 113 970. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Schwimmerregulierung für Kälteanlagenverdampfer. 27. 9. 29. H. 128 708.

17 a. 1 114 685. Ternstedt Manufacturing Company, Detroit, Michigan, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. H. Hillecke, Pat.-Anw., Berlin SW. 61. Schnappverschluss für Kältemaschinen. 13.3.30. T. 359.30. V. St. Amerika 16. 3. 29.

17 d. 1 114 514. Akt.-Ges. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich; Vertr.: H. Nähler, Dipl.-Ing., F. Seemann und Dipl.-Ing. Vorwerk, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Oberflächenkondensator. 8. 11. 27. A. 46 595. Schweiz 3. 11. 27.

17 f. 1 114 956. Eduard Ahlborn, Akt.-Ges., Hildesheim, Lüntzelstr. 22. Wärmeaustauschplatte. 13.2.30. A. 380.30.

17 f. 1 114 957. Eduard Ahlborn, Akt.-Ges., Hildesheim, Lüntzelstr. 22. Wärmeaustauschplatte. 13.2.30. A. 381.30.

**Verlängerung der Schutzfrist.**

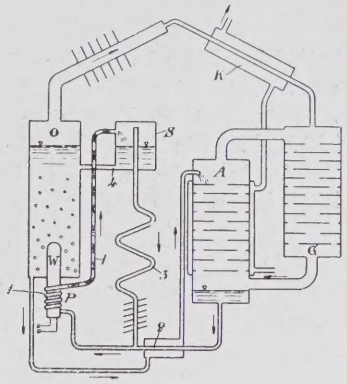
17 a. 986 897, 1045 710, 1 113 714, 1 068 67
b. 987 251
c. 1 015 566

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 8. 481 607. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten für Dauerbetrieb mit druckausgleichendem Hilfsgas. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 10. März 1926 ab.

Patent-Anspruch:

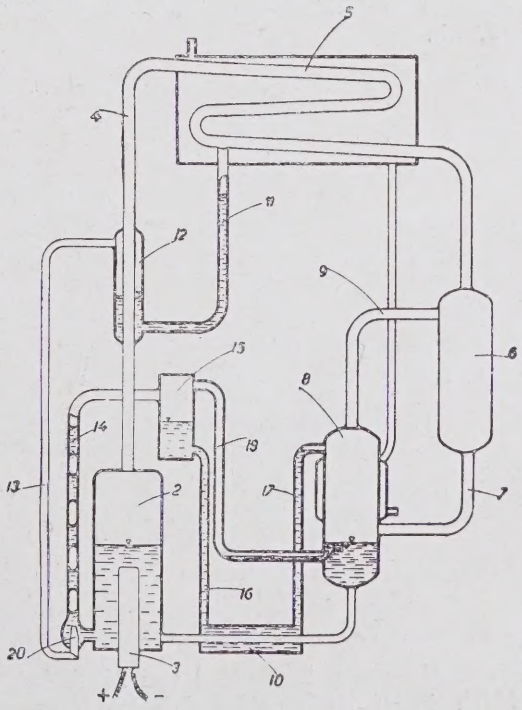
Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten für Dauerbetrieb mit druckausgleichendem Hilfsgas, die ausschließlich durch Wärme betrieben werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Absorptionslösung zwecks ihrer Förderung z. B. von dem



Absorber (*A*) in den Kocher (*O*) vor ihrem Eintritt in die Fördervorrichtung außer den vom Verdampfer kommenden, im Absorber absorbierten Dämpfen ein in geeigneter Weise verflüssigtes, den Verdampfer nicht durchlaufendes Hilfsgas zugeführt wird, das in der Fördervorrichtung verdampft wird und durch diese Dampfbildung eine fördernde Wirkung auf die Lösung ausübt.

6 weitere Ansprüche.

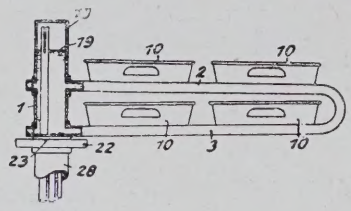
17a, 8. 481 665. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 22. Dezember 1927 ab.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten, in denen ein vom Kältemittel und von der Absorptionsflüssigkeit verschiedenes Gas umläuft und bei denen ein Verdampfungsvorgang zur Kondensierung der aus dem

Kocher mit den ausgetriebenen Kältemitteldämpfen mitgeführten Absorptionsflüssigkeitsdämpfen benutzt wird. Sie besteht im wesentlichen darin, daß die bei diesem Verdampfungsvorgang gebildeten Dämpfe zur Förderung der Absorptionslösung benutzt werden. Das bereits in 5 kondensierte Kältemittel, wird zum Teil nach 12 geleitet und dort wieder verdampft.

17a, 13. 481666. Verdampfer für Kältemaschinen. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 22. Mai 1927 ab. Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 21. Mai 1926 ist in Anspruch genommen.

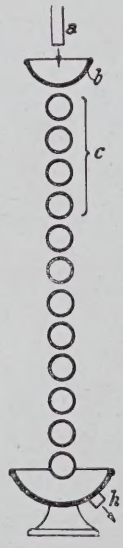



Patent-Anspruch:

Verdampfer für Kältemaschinen, insbesondere für kleine Kühlanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß an einem hohlen Zylinder (*1*) mehrere zueinander in einem bestimmten Abstand parallel angeordnete, hohle Platten so befestigt sind, daß das Arbeitsmittel aus dem Zylinder durch die Platten wieder zurück umlaufen kann.

6 weitere Ansprüche.

17f, 3. 481323. Rieselkühler zum Tiefkühlen von Milch. Paul Rüters in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 21. Oktober 1927 ab.

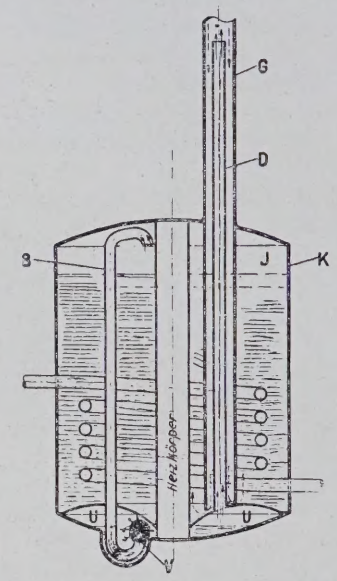



Patent-Anspruch:

Rieselkühler zum Tiefkühlen von Milch bei dem die Milch innen durch die Rohre im Gegenstrom zum äußeren rieselnden Kühlmittel fließt, dadurch gekennzeichnet, daß über dem Kühler ein mittels Sole oder anderen Kühlmitteln gekühlter Tiefkühler (*c*) angeordnet ist, der das zufließende Kühlwasser tiefer kühlt.

17a, 12. 482056. Kühlapparat nach dem Absorptionsverfahren. Jean Ruf in Genf, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 22. Dezember 1926 ab.

Gegenstand der Erfindung ist ein Kühlapparat, der nach dem Absorptionsverfahren mit wechselweiser Erwärmung und Abkühlung einer Lösungsflüssigkeit in verschlossenem Raume arbeitet.




Während des Aufkochens herrscht im Raum *J* und damit auch im Rohr *B* Ueberdruck der Gase. Die Flüssigkeit in letzterem sinkt vom Raum *J* nach dem Raum *U* herab, ohne den Flüssigkeitsspiegel in letzterem wesentlich zu verändern.

Der Gegendruck der Flüssigkeitssäule im Raum *U* ist bedeutend kleiner als im Rohr *G*; daher entweichen die Gase über *B*, *U* durch die darin befindliche Flüssigkeit hindurch und über *D* nach dem Kondensator bzw. Verdampfer. Während des Auskochens geht die ganze ausgetriebene Gasmenge durch das Rohr *D* und erst von dessen Mündung im Rohr *G* durch letzteres nach dem Kondensator. Nach Einleiten der Absorption durch Abkühlen im Kocherabsorber wird der im Verdampfer *U* herrschende Ueberdruck die Flüssigkeit in das Rohr *B* hochdrücken bzw. das Rückschlagventil auf den Sitz drücken. Während der Absorption kehren die Gase nur durch das Rohr *G* allein in den Kocherabsorber zurück.

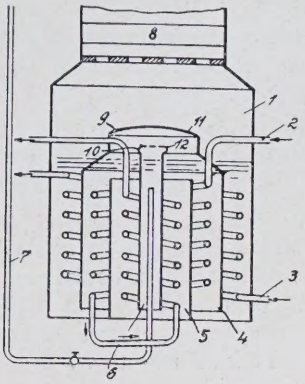
Das Gas wird normalerweise durch das Rohr *G* zum tiefsten Punkt des Raumes *J* zur Absorption geleitet.

17g, 2. 482057. Vorrichtung zur Reinigung des in der Blase einer Rektifikationssäule sich ansammelnden schwersiedenden Endproduktes. Feno Gesellschaft für Energieverwertung m. b. H. in Berlin-Südende. Patentiert im Deutschen Reiche vom 13. April 1923 ab. Erfinder: Rudolf Ferdinand Mewes und Karl Rudolf Eduard Mewes in Berlin.

Patent-Anspruch:

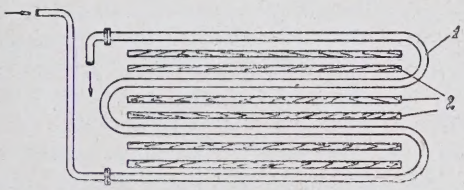
Vorrichtung zur Reinigung des in der Blase einer Rektifikationssäule sich ansammelnden schwersiedenden Endproduktes von den Beimengungen des leichtsiedenden Bestandteiles, dadurch gekennzeichnet,

daß in der Blase (1) konzentrisch ineinandergeschachtelte, unten offene, oben geschlossene, aber mit Gasabzugsöffnungen versehene und mit Heizspiralen ausgerüstete Kammern angeordnet sind, in die vom Boden der Blase Führungswände hineinragen, so daß ein kontinuierlicher Strom der abzudampfenden



Flüssigkeit durch die sämtlichen Ringräume hindurchfließt, während in den darüber befindlichen Gasräumen die Oberfläche der schwersiedenden Flüssigkeit nur mit den ihrer Zusammensetzung entsprechenden Dämpfen in Berührung kommt.

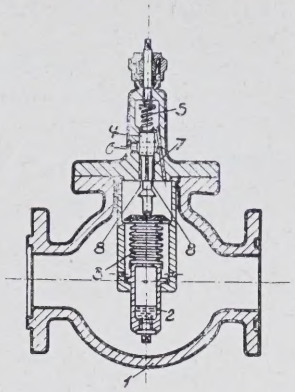
17a, 13. 482129. Rieselverflüssiger für Kältemaschinen. Dipl.-Ing. Erich Freundlich in Düsseldorf-Oberkassel. Patentiert im Deutschen Reiche vom 8. Februar 1928 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 26. Oktober 1924. Zusatz zum Patent 446592.



Patent-Anspruch:

Rieselverflüssiger für Kältemaschinen nach Patent 446592, dadurch gekennzeichnet, daß die die zusätzliche Verdunstungsfläche bildenden Holzplatten (2) ganz oder teilweise in den Rohrwänden zwischen den Rohren (1) angeordnet sind.

17a, 4. 482503. Verfahren zur Regelung der Kompressionstemperatur bei Kälte-



maschinen. Dipl.-Ing. M. Hirsch in Frankfurt a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 3. Juni 1926 ab.

Patent-Ansprüche:

1. Verfahren zur Regelung der Kompressionstemperatur bei Kältemaschinen durch Einführung flüssigen Kältemittels in die zum Kompressor strömenden Dämpfe, dadurch gekennzeichnet, daß diese Zuschußflüssigkeit einer Stelle des Kältemittelkreislaufs zwischen Kondensator und Hauptentspannungsventil entnommen und ihrer Menge nach durch einen Thermostaten geregelt wird, dessen Füllkörper mit dem gleichen flüssigen Kältemittel wie die Maschine gefüllt und entweder in der Saugleitung oder der Druckleitung des Kompressors eingebaut ist.

2 weitere Ansprüche.

17a, 9. 482504. Nach dem Absorptionsverfahren arbeitende Kältemaschine. Georges Beaumont in Marseille. Patentiert im Deutschen Reiche vom 16. September 1927 ab. Die Priorität der Anmeldung in Frankreich vom 13. Mai 1927 ist in Anspruch genommen.

Erfindungsgemäß ist die Kältemaschine mit einer dicht über der Nutzkühlfläche durch das Kondensationsverdampfergefäß hindurchgeführten und sich in dem Kocherabsorbergefäß fortsetzenden Kühlwasserleitung versehen.

Diese Anordnung der Kühlwasserleitung ermöglicht es, selbst mit dem in tropischen Gegenden zur Verfügung stehenden, verhältnismäßig warmen Kühlwasser eine rasche Einleitung der Absorptionsperiode und somit eine schnelle Eisbereitung zu erreichen.

# Deutscher Kälte-Verein

**Stiftung des Internationalen Kälte-Instituts (I. I. F.) in Paris für deutsche kältetechnische Forschungsarbeiten.**

Das Administrationskomite des Internationalen Kälte-Instituts in Paris hat beschlossen, aus den Ueberschüssen des Geschäftsjahres 1929 folgende Beträge für Deutsche Forschungsarbeiten zur Verfügung zu stellen (Gesamtwert frs. 12200 = ca. RM 2000):

1.: Frs. 1200 für die Herren Dr. Ing. Linge und Dipl. Ing. Kuprianoff in Karlsruhe, als Dank für die vom I. I. F. angeregten und von den genannten Herren durchgeführten Untersuchungen über den Dampfdruck wässriger Salzlösungen (diese Zeitschrift 1929, S. 189) und für die Erweiterung des thermodynamischen Diagramms für Ammoniak bis $-78^0$. (Diese Zeitschr. 1930, S. 1).

2.: Frs. 6400 zur Verfügung des Herrn Prof. Dr. Plank für die Förderung verschiedener im Kältetechnischen Institut in Karlsruhe in Angriff genommener Arbeiten.

3.: Frs. 4600 zur Verfügung des Herrn Prof. Henning, Direktor bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin zur Förderung seiner Forschungen auf dem Gebiete der tiefsten Temperaturen.

Der Vorstand des Deutschen Kältevereins hat dem Internationalen Kälteinstitut und insbesondere

dessen verdienstvollem Direktor Herr A. Barrier seinen Dank ausgesprochen.

Der Vorstand
I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

# Rheinischer Kälte-Verein Köln a. Rh.

Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins.

Am 20. 3. 30 sind folgende Herren in den Vorstand gewählt worden.

Vorsitzender: Herr Veterinärrat Dr. Bützler, Köln-Ehrenfeld, Herkulesstr. 26,
Stellv. Vorsitzender: Herr Direktor Pabst, Köln-Kalk, Eythstr. 21,
Schriftführer: Herr Prokurist Webendoerfer, Sürth/Köln, Gartenstr. 2,
Stellv. Schriftführer: Herr Obering. Reif, Düsseldorf, Kaiserswertherstr. 215,
Kassenwart: Herr Direktor Linde, Köln-Marienburg, Ulmenallee 136,
Beisitzer: Herr Direktor Hund, Düsseldorf-Oberkassel, Kolumbusstr. 19,
Beisitzer: Herr Ingenieur Mansfeld, Köln-Mülheim, Sonderburgerstr. 37.

Webendoerfer

# Berliner Kälte-Verein

**Bericht**
**über die Monats-Versammlung am 22. Febr. 1930 und Besichtigung der Kälteanlage des Warenhauses Karstadt in Neukölln.**

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Die für diese Monats-Zusammenkunft angesetzte Besichtigung der Kälte- und technischen Anlagen dieses modernsten Warenhauses fand grosses Interesse und es nahmen auch annähernd 60 Mitglieder daran teil.

Der Weg führte zunächst in den Tiefkeller zur Kältemaschinenanlage, die von A. Freundlich-Düsseldorf geliefert wurde. Sie besteht im wesentlichen aus 3 $NH_3$-Kompressoren von je 400 000 Stundenleistung, jeder angetrieben durch einen Elektromotor von 135 PS; einen Bündelrohrkondensator und 3 Verdampfern, einer davon als Eisgenerator und einer für tiefgekühlte Sole. Die Kühlung im ganzen Hause erfolgt mittels Sole, die von 4 Hochdruck-Kreiselpumpen zu den Verwendungsstellen geführt wird. Da die Kältemaschine in der Hauptsache nur tagsüber läuft, sind sämtliche Kühlräume mit Kältespeichern ausgestattet.

Der maximale Kältebedarf setzt sich ungefähr wie folgt zusammen:

| | | |
|---|---|---|
| Roheiserzeugung | 40.000 | kcal/h |
| Wirtschaftsräume | 190.000 | „ |
| Lebensmittelabteilung | 250.000 | „ |
| Konditorei | 70.000 | „ |
| Raumluftkühlung | 250.000 | „ |
| insgesamt . . . . . | 800.000 | „ |

Anschliessend sah man die Schwachstromzentrale, an der die Fernsprechanlage für Post- und Hausverkehr mit 15 Amtsleitungen, 65 Nebenstellen und 110 Hausstellen, ferner eine Feuermeldeanlage, die Wächterkontrollanlage und eine Uhrenanlage angeschlossen sind. Diese Einrichtungen stammen von Siemens & Halske A.-G.-Berlin.

Die Starkstromanlage wurde von den Siemens-Schuckertwerken eingebaut und liefert alle Licht-, Kraft- und Wärmeleistungen, mit Ausnahme der Raumheizung.

Im ganzen Hause wird kein Gas verwendet. Die Großküche, die Bäckerei und Konditorei sind elektrisch eingerichtet.

Weiter sah man die von David Grove A.-G.-Berlin gelieferte Dampfheizanlage, bestehend aus 14 Kesseln mit je 52 $m^2$ Heizfläche. Dann eine Warmwasserbereitungsanlage, eine zentrale Wasserverteilungsstelle für warmes und kaltes Wasser.

Die Wasserversorgung des Hauses erfolgt teils durch städtische Leitungen und teils durch eigene Brunnenanlagen, und zwar in zwei Abschnitten: die eine bis zum 4. Stockwerk, die andere für die höheren Stockwerke. Ganz neuzeitlich ist die Belüftung des Speisesaales, des Erfrischungsraumes und der Lebensmittelabteilung durchgebildet in Verbindung mit einer Bewetterungsanlage.

An Förderanlagen sind vorhanden 24 Rolltreppen, 24 Fahrstühle, 13 Speise-, 1 Kraftwagen- und 6 Lastwagen-Aufzüge. Letztere ermöglichen es, dass die ankommenden Güter direkt vor den entsprechenden Lagern aus dem Wagen entladen werden können.

Den feuerpolizeilichen Vorschriften für ausreichende Sicherheit des Publikums genügt eine Sprinkler-Anlage, die sich als ein geschlossenes Rohrnetz durch das ganze Haus verteilt, in das in bestimmten Abständen Brausen eingebaut sind. Hier z. B. ungefähr 9.000 Stück. Die ganze Anlage funktioniert automatisch und ist mit besonderen mechanischen und elektrischen Alarmvorrichtungen, sowie mit Absperr- und Leerlaufeinrichtungen ausgerüstet. Die Hauptteile dieser Anlage sind der Luftdruckwasserkessel von 30 cbm Inhalt und die Sprinkler-Kreiselpumpe mit auf gemeinsamer Grundplatte sitzendem Elektromotor von 140 kW für eine Leistung von 4,5 cbm/min. und rund 100 m Förderhöhe.

Es gäbe noch viel anzuführen, was man alles an technischen Neuerungen und Feinheiten in der Ausstattung beim Rundgang durch dieses Warenhaus geschaut hat. Eines sei hier nur noch erwähnt und zwar der in der Lebensmittelabteilung am deutlichsten erkennbare Verwendungszweck der Kälte in den grossen als Schaukästen ausgebildeten Vorratskühlräumen für Fleisch und den Kühlvitrinen für andere Lebensmittel.

Nach einem kurzen Rundblick auf Berlin beschloss eine gemütliche Runde der Teilnehmer im Dachgarten diese Besichtigung, für deren Zustandekommen der Direktion des Warenhauses insbesondere Herrn Oberingenieur Krüger unser besonderen Dank gilt.

Der Schriftführer: Dotterweich.

Dem vorliegenden Heft liegt ein Prospekt der Firma **H. Beucke & Söhne, Pergamentpapier-Industrie und Verlagsanstalt, Dissen, Teutob. Wald** bei, auf den wir besonders hinweisen.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**5. Heft** **Berlin SW. 9, im Mai 1930** **37. Jahrgang**


Inhalt:


**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft. Von F. Naumann. S. 81. — Die Verdampfungswärme von Flüssigkeiten. Von Prof. Dr. Jaroslaw Hybl, Prag. S. 85. — Die Kühlung von Fleisch. Von Dr.-Ing. Walter Tamm, Karlsruhe. S. 86 — Gekühltes Trinkwasser. S. 91. — **Zeitschriftenbericht.** S. 93. — **Bücherbericht.** S. 95. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S 97. — **Patentberichte.** S. 97. — Deutscher Kälteverein. S. 100.


# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft[1].


(Mitteilung aus dem Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe).

Von F. Naumann.


### 1. Einleitung.

Auf Grund von Messungen des differentialen und integralen Joule-Thomson-Effektes für Luft und Kohlensäure sind in der letzten Zeit Wärmediagramme entstanden, die eine rechnerische Verfolgung des sich hauptsächlich um den kritischen Punkt gruppierenden Zustandsgebietes angebracht erscheinen lassen. Die von Hausen auf Grund seiner Messungen des differentialen Kühleffektes für Luft[2]) durch Näherungsverfahren entwickelten Diagramme boten Gelegenheit verschiedene Ausgangspunkte für empirische Ansätze zu untersuchen. Außerdem sind für das untersuchte Gebiet Kompressibilitätsmessungen von Witkowski[3]) vorhanden, sodaß sich für einen empirischen Ansatz von allen Seiten gute Kontrollen ergeben.

Die folgende Untersuchung soll zeigen, welche Aussichten sich für eine technische Darstellung des über- und unterkritischen Gebietes der Luft auf Grund der von Hausen[4]) gegebenen Unterlagen eröffnen, und wie insbesondere die Zustandsgleichung ausfällt. Es sollen dabei gebräuchliche empirische Ansätze diskutiert und die Möglichkeit einer Weiterentwicklung untersucht werden. Als besondere Forderung wurde noch aufgestellt, daß die Ansätze algebraischer Natur sein sollen, und die Zahl der darin auftretenden empirischen Konstanten möglichst klein ist.

Die vorliegende Arbeit ist auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Plank entstanden, dem ich für viele wertvolle Ratschläge, die meine Arbeit wirksam gefördert haben, meinen besten Dank sage.

### 2. Die Methoden der Entwicklung einer technischen Zustandsgleichung.

Die technische Zustandsgleichung hat im Gegensatz zu den meisten rein theoretischen, die im Volumen implizit aufgebaut sind, die Form

$$v = f\,(P,)\,T$$

Wir nennen sie eine $v$-Gleichung im Gegensatz zu den $P$-Gleichungen $P = \varphi\ (v, T)$ der theoretischen Physik. Sie gestattet in bequemer Weise die gebräuchlichsten thermodynamischen Formeln zu entwickeln und wird der Darstellung aller technisch wichtigen Zustandsgrößen, insbesondere der spez. Wärme $c_p$, der Enthalpie $i$ und der Entropie $s$ als Funktion von Druck und Temperatur gerecht.

Die Abweichungen vom idealen Gasgesetz werden dann allgemein durch ein sogenanntes Korrektionsglied $\mathfrak{V}$

$$v = \frac{R \cdot T}{P} - \mathfrak{V}$$

zum Ausdruck gebracht, wobei $\mathfrak{V}$ eine Funktion von Druck und Temperatur ist.

Für die Aufstellung von Ansätzen für $\mathfrak{V}$ können zwei Methoden unterschieden werden. Die erste besteht darin, daß man die Zustandsgleichung selbst zur Auffindung eines Ansatzes für $\mathfrak{V}$ benutzt, also von Volumenmessungen ausgeht. Dieser Weg der direkten Entwicklung einer Zustandsgleichung erfordert aus Gründen der Genauigkeit eine sehr vollkommene Wiedergabe der Abweichungen $\mathfrak{V}$ vom Gasgesetz, da bei der später vorzunehmenden zweimaligen Differentiation die Krümmungsverhältnisse des gewählten empirischen Ansatzes sehr in die Erscheinung treten.

Die andere Methode gewinnt ihre Ausdrücke für das Korrektionsglied $\mathfrak{V}$ indirekt aus thermodynamischen Beziehungen und calorischen Messungen. Als besonders fruchtbar hat sich hier die thermodynamische Gleichung

$$A\,T\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_P = -\left(\frac{\partial\, c_p}{\partial P}\right)_T \qquad (1)$$

[1]) Diese Arbeit wurde vorgetragen in der Sitzung des Ausschusses für Wärmeforschung, Hannover 1929.

[2]) H. Hausen, Forschungsarbeiten d. VDI, Heft 274, Berlin 1926. Dort auf Seite 26 auch Angabe aller weiteren Literatur.

[3]) A. Witkowski, Phil. Mag (5). 41. (1896). S. 288.

[4]) Herrn Dr. Hausen bin ich für die freundliche Ueberlassung seiner Originaldiagramme zu Dank verpflichtet.

erwiesen. Sie liefert die Zustandsgleichung in der Form

$$A \cdot v = -\iint \frac{1}{T}\left(\frac{\partial c_p}{\partial P}\right)_T dT^2 + T\psi(P) + \varphi(P) \qquad (1a)$$

Wie ersichtlich, werden etwaige bei der Darstellung von $c_p$ als Funktion von Druck und Temperatur begangene kleine Fehler durch die nachfolgende zweimalige Integration sehr vollständig ausgeglichen, sodaß die Berechnung des Volumens eine große Genauigkeit verspricht. Allerdings geht diese Genauigkeit auf Kosten der zu leistenden empirischen Arbeit, da es sich zeigt, daß außerdem noch empirische Ansätze für die auftretenden willkürlichen Integrationsfunktionen $\psi(P)$ und $\varphi(P)$ gefunden werden müssen. Es war allerdings bisher für niedere Drücke bei Wasserdampf gelungen, aus Grenzbetrachtungen heraus

$$\psi(P) = A \cdot R/P$$

zu setzen, und für $\varphi(P)$ ergab sich eine einfache Druckfunktion, die sogar bei manchen Ansätzen für $c_p$ gleich Null gesetzt werden konnte[1]). Wir finden, daß für einen größeren Druckbereich diese Druckfunktionen recht kompliziert werden können und wesentliche Bestandteile der Zustandsgleichung zu sein scheinen.

Weitere wichtige Ausgangspunkte für die Entwicklung von technischen Zustandsgleichungen bilden die thermodynamischen Beziehungen des differentialen und integralen Joule-Thomson-Effektes.

W. Thomson (Lord Kelvin) stellte für den elementaren Kühleffekt $\alpha_i$ die Beziehung auf

$$\alpha_i = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_i = \frac{A \cdot T^2}{c_p}\left(\frac{\partial (v/T)}{\partial T}\right)_P \qquad (2)$$

woraus sich die Zustandsgleichung

$$A \cdot (v/T) = \int \frac{c_p}{T^2} \cdot \alpha_i \cdot dT + \psi(P) \qquad (2a)$$

ergibt. Diese Gleichung ist im allgemeinen für die Darstellung größerer Bereiche nicht sehr geeignet, da hier $c_p$ nicht mehr konstant gesetzt werden kann und deshalb außer für $\alpha_i$ noch für $c_p$ ein empirischer Ansatz gefunden werden muß[2]).

R. Plank[3]) hat aus diesem Grunde eine weitere Beziehung entwickelt, die die endliche Abkühlung $\triangle_i$ bei einer beliebigen Abdrosselung bis auf den Druck $\sim 0$ mit der Zustandsgleichung in Verbindung setzt. Sie lautet

$$A(v/T) = c_{p_0} \int \frac{1}{T^2}\left(\frac{\partial \triangle_i}{\partial P}\right)_T \cdot dT + \psi(P) \qquad (3)$$

worin $c_{p_0}$ den Grenzwert der spez. Wärme bei unendlicher Verdünnung ($P = 0$) bedeutet.

$c_{p_0}$ kann bei Luft in weiten Grenzen als konstant betrachtet und vor das Integralzeichen gesetzt werden. Jetzt kann mit einem ganz allgemeinen empirischen Ansatz für $\triangle_i$ in der Form

$$\triangle_i = f(P,T)$$

die Integration der Zustandsgleichung ausgeführt werden. Auch hier muß nachträglich auf Grund von Volumenmessungen bei irgend einer Temperatur das Verhalten der willkürlichen Druckfunktion $\psi(P)$ untersucht und dafür noch ein passender empirischer Ansatz gefunden werden. Damit sind die gebräuchlichen Methoden der Entwicklung einer technischen Zustandsgleichung erschöpft.

[1]) Eichelberg, Forschungsarbeiten des VDI., Heft 220, S. 12, Berlin 1920.

[2]) Vergl. R. Plank, Phys. Zeitschr. 1914, S. 904.

[3]) R. Plank, Phys. Zeitschr. 1916, S. 521.

### 3. Der Aufbau der empirischen Ansätze.

#### a) Ansätze für $\mathfrak{B}$.

Im folgenden sollen gebräuchliche empirische Formeln unter gleichzeitiger Beobachtung der Möglichkeit ihrer weiteren Entwicklung für das von Hausen untersuchte Zustandsgebiet der Luft besprochen werden.

Die für das Korrektionsglied $\mathfrak{B}$ vorgeschlagenen Ansätze sind zahlreich und in ihrem Aufbau sehr voneinander verschieden. Es soll der Aufbau der wichtigsten nur kurz angegeben werden. Die Callendarsche Form, die Mollier[1]) in den älteren Auflagen seiner Dampftabellen benutzte, lautet:

$$\mathfrak{B} = \frac{c}{T^m} - b.$$

Hierin sind $c$, $m$ und $b$ Konstante; $b$ hat hier wie bei v. d. Waals die Bedeutung des Kovolumens. Das Korrektionsglied ist in diesem Falle nur ein Temperaturfunktion. Diese Form genügt nur für mäßige Drücke unterhalb 0,1 $p_k$.

R. Linde[2]) setzt

$$\mathfrak{B} = (1 + a \cdot P)\left(C\left(\frac{373}{T}\right)^3 - D\right).$$

Ein von Goodenough angegebener Ansatz lautet

$$\mathfrak{B} = (1 + 3a\sqrt{P}) \cdot \frac{m}{T^n}.$$

Derselbe soll eine Verbesserung der Linde'schen Form darstellen und für die Berechnung von $c_p$ geeigneter sein.

Plank und Kuprianoff[3]) geben neuerdings für Kohlensäure bis zu Drucken von etwa 0,5 $p_k$ die Gleichung

$$\mathfrak{B} = \frac{a + b \cdot P}{(T/100)^n}$$

an und haben den daraus entspringenden Ausdruck für die Enthalpie mit den neueren Messungen von Jenkin und Pye und Jenkin und Shorthose verglichen.

Eichelberg[4]) hat die Lindesche, Callendarsche und Goodenoughsche Gleichung für Wasserdampf auf $c_p$ untersucht und findet, daß dieselben zu starke Abweichungen gegenüber den genauen Messungen von Knoblauch und seinen Mitarbeitern geben.

[1]) Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, bei J. Springer, Berlin, 1905.

[2]) R. Linde, Forschungsarbeiten des VDI., Heft 21 Berlin 1905.

[3]) Plank und Kuprianoff, Zeitschr. f. techn. Physik 1929, S. 93 und Beihefte z. Zeitschr. f. d. gesamte Kälte-Industrie, Reihe 1, Heft 1, Verlag Ges. für Kältewesen, Berlin 1929.

[4]) a. a. O.

Ferner hat Jakob[1]) für Luft an Hand der sehr genauen Volumenmessungen von Holborn und Schutze eine Zustandsgleichung in der Form einer Potenzreihe angegeben und aus ihr die spez. Wärme $c_p$ berechnet. Sie lautet:

$$p \cdot v = (7996{,}1 - 457{,}60 \cdot 10^{-6} \cdot p + 186{,}73 \cdot 10^{-10} \cdot p^2 + 33{,}892 \cdot 10^{-18} \cdot p^3)$$
$$+ t \cdot 10^{-2}(2927{,}8 - 853{,}61 \cdot 10^{-6} \cdot p - 50{,}833 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 - 87{,}158 \cdot 10^{-18} \cdot p^3)$$
$$+ t^2 \cdot 10^{-4}( - 408{,}87 \cdot 10^{-6} \cdot p - 84{,}418 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 + 35{,}228 \cdot 10^{-18} \cdot p^3)$$
$$+ t^3 \cdot 10^{-6}( + 147{,}39 \cdot 10^{-6} \cdot p - 75{,}112 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 + 4{,}0696 \cdot 10^{-18} \cdot p^3)$$
$$+ t^4 \cdot 10^{-8}( - 25{,}427 \cdot 10^{-6} \cdot p + 21{,}094 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 - 4{,}7478 \cdot 10^{-18} \cdot p^3),$$

enthält also insgesamt 15 empirische Konstanten und gibt die Messungen für Temperaturen von $T = 273$ bis $T = 473$ und Drucke von $p = 0$ bis $p = 100$ kg/cm² mit großer Genauigkeit wieder.

b) Ansätze für $c_p$.

Technisch von großer Bedeutung ist die zweite Methode der Ableitung einer Zustandsgleichung aus kalorischen Messungen, insbesondere der spez. Wärme mit Hilfe der Beziehung (1). Nachdem M. Jakob[2]) auf graphischem Wege die Fruchtbarkeit dieser Methode erwiesen hatte, zeigte zuerst R. Plank[3]), wie man analytisch mit Hilfe eines empirischen Ansatzes diesen Weg beschreiten kann. Die Ansätze hierfür sind zahlreich und haben ihre Formen den im Laufe der Zeit ermittelten Versuchswerten angepaßt.

So fand R. Plank für das Isobarensystem der spez. Wärme des Wasserdampfes bis 20 kg/cm² den Ansatz

$$c_p - c_{p_0} = \frac{\varphi_1(p)}{T - \varphi_2(p)}.$$

Hierin ist

$$\varphi_1(p) = \frac{16{,}24 \cdot p}{p + 20}; \quad \varphi_2(p) = 192 \log \frac{10}{} \frac{p^2 + 56\,p}{p + 0{,}1}.$$

Die Konstantenzahl beträgt demnach 6.

Eichelberg[5]) geht bei der Darstellung desselben Gebietes von einer Potenzreihe in der Form

$$c_p - c_{p_0} = \frac{\varphi_1(P)}{T\alpha} + \frac{\varphi_2(P)}{T\beta} + \frac{\varphi_3(P)}{T\gamma}$$

aus. Die Exponenten wurden von vornherein so gewählt, daß bei späteren Integrationen die Bildung von logarithmischen Gliedern verhütet wird. Der endgültige Ansatz lautet:

$$c_p - c_{p_0} = \frac{C_1 \cdot p}{T^4} + \frac{\varphi(p)}{T^{15}},$$

in dem $C_1$ eine Konstante und $\varphi(p) = C_2 (p + C_3)^n - C_4$ ist. Mit $C_1 = 3{,}2 \cdot 10^4$; $C_2 = 2{,}83 \cdot 10^{22}$; $C_3 = 2 \cdot 10^4$; $C_4 = 1{,}64 \cdot 10^{36}$ und $n = 3{,}2$ enthält die Gleichung 5 Konstanten.

Hausen[1]) gibt für Wasserdampf bis 30 kg/cm² die Gleichung

$$c_p = f(T) + \frac{C}{T - \varphi(P)}$$

an. Die Gleichung ist so eingerichtet, daß im kritischen Punkt $c_p$ unendlich werden kann. $f(T)$ ist eine Hilfsfunktion. Oberhalb 100° wird gesetzt:

$$f(T) = 0{,}3391 + 0{,}000197\,T - \frac{12{,}8}{T - 256{,}4};$$

unterhalb 100°

$$f(T) = 0{,}4575 - \frac{20{,}33}{T - 241{,}58}.$$

Die Konstante $C = 20{,}33$. Die Druckfunktion ist

$$\varphi(P) = 588{,}97 + 0{,}37354\,(P \cdot 10^{-4}) \frac{6310{,}3}{18{,}165 + (P \cdot 10^{-4})}$$

Die Gleichung für $c_p$ baut sich demnach auf 7 bis 9 empirischen Konstanten auf. Die sich daraus ergebende Zustandsgleichung erhält die Form

$$v = \frac{R \cdot T}{P} - \frac{C \cdot \varphi'(P)}{A\,[\varphi(P)]^2} \left[ T \ln \frac{T}{T - \varphi(P)} - \varphi(P) \right] + \psi(P),$$

wobei noch

$$\psi(P) = -0{,}01151 + 0{,}0000257\,(P \cdot 10^{-4}) + \frac{0{,}438}{15{,}3 + (P \cdot 10^{-4})}$$

gesetzt wird. Die Zustandsgleichung, welche bis $p = 0{,}266\ p_k$ extrapoliert wurde, enthält demnach 9 Konstanten.

R. Plank[2]) findet weiter aus Betrachtungen der v. d. Waals'schen Zustandsgleichung heraus für Wasserdampf bis 30 kg/cm² den Ausdruck

$$c_p - c_{p_0} = \frac{C_1 \cdot P}{R \cdot T^{n+2} - C_2 \cdot P}.$$

Die Konstanten sind $C_1 = 8{,}5 \cdot 10^8$; $C_2 = 33 \cdot 10^8$; $n = 3$; im ganzen also nur drei, wenn man von der Darstellung von $c_{p_0}$ absieht.

In seinen neuesten Dampftabellen gibt Mollier bis 30 kg/cm² den Ausdruck

$$c_p - c_{p_0} = a \left(\frac{P}{T^n}\right)^1 + b \left(\frac{P}{T^n}\right)^3$$

an. Faßt man diese Gleichung als Potenzreihe auf, so wären hier nur $a$, $b$ und $n = 13/3$ als Konstante zu zählen. Wir rechnen hier in allen Fällen ganzzahlige Exponenten nicht unter die Zahl der empirischen Konstanten.

Die amerikanischen Ammoniak-Dampftabellen[3]) benutzen bis $p = 20$ kg/cm² den Ansatz

$$c_p = f(T) + \frac{C \cdot P}{T^4} + \frac{\varphi_1(P)}{T^{12}} + \frac{\varphi_2(P)}{T^{20}}$$

[1]) M. Jakob, Zeitschrift f. techn. Physik 1923. S. 460.

[2]) M. Jakob, Z. d. VDI., 1912, S. 1980.

[3]) R. Plank, Z. d. VDI., 1916, S. 187.

[4]) Die Dimensionen für $P$ und $p$ sind im folgenden immer kg/m² und kg/cm².

[5]) a. a. O.

[1]) Knoblauch, Raisch & Hausen, Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, bei R. Oldenburg, München und Berlin 1923.

[2]) R. Plank, Zeitschr. f. techn. Physik 1924, S. 397.

[3]) Circular of the Bureau of Standards Nr. 142, Washington 1923. Vergl. M. Jakob, Z. d. VDI., S. 316, 1924.

Es wird darin gesetzt für

$$f(T)=a+b\cdot T+\frac{c}{T};\ \varphi_1(P)=d\cdot p+e\cdot p^2;\ \varphi_2(P)=f\cdot p^6;$$

sodaß sich mit $C$ 7 Konstanten ergeben. Die Zustandsgleichung erhält damit die Form

$$v=\frac{R\cdot T}{P}-\left(\frac{A}{T^3}+\frac{B+C\cdot p}{T^{11}}+\frac{D\cdot p^5}{T^{19}}\right)-E+T\,f\,(p).$$

Die willkürliche Druckfunktion wird noch gesetzt:

$$f\,(p)=a+b\cdot p+c\cdot p^2+d\cdot p^3$$

Die Gleichung gibt alle Beobachtungswerte bis $p=20$ kg/cm$^2$ sehr gut wieder und enthält insgesamt 9 Konstanten.

Alle diese verschiedenen Ansätze für $c_p$, die als rein empirische zu betrachten sind, geben die Versuchswerte gut wieder.

c) Ansätze für $\alpha_i$ und $\triangle_i$.

Für Luft kommen zunächst die Beziehungen des differentialen und integralen Joule-Thomsoneffektes in Frage, die durch die Formeln (2 a) und (3) wiedergegeben werden.

Den ersten Ansatz lieferten Joule und Thomson selbst, indem sie ihre Messungen des differentialen Kühleffekts in einem engen Druck- und Temperaturbereich in dem sehr einfachen Ansatz

$$\alpha_i=\frac{a}{T^2}$$

zusammenfaßten. Callender setzte später etwas allgemeiner für Wasserdampf

$$\alpha_i=\frac{a}{T^n}$$

und R. Plank[1]) zeigte, wie man mit Vorteil von dem viel allgemeineren Ansatz

$$\alpha_i=\frac{\varphi\,(P)}{T^n}$$

Gebrauch machen kann. Für noch allgemeinere Ansätze ist diese Methode der Entwicklung einer Zustandsgleichung nicht geeignet.

Da Hausen durch Näherungsrechnung aus seinen Messungen auch den Integraleffekt bestimmt hat, so wurde zuerst eine empirische Erfassung der endlichen Abkühlung $\triangle_i$ versucht.

R. Plank[2]) fand aus Versuchen von Bradley und Hale den Potentansatz

$$\triangle_i=\frac{a\cdot p}{T}+\frac{b\cdot p}{T^2}+\frac{c\cdot p^3}{T^3},$$

in dem $a=-17{,}8$; $b=+23500$; $c=-20$ die Konstanten sind.
Die Gleichung bezieht sich auf Anfangsdrücke von 70 bis 210 at und Anfangstemperaturen von $t=0$ bis $t=-80^0$.

Jakob[3]) verwendet nicht $\triangle_i$ selbst, sondern ein Isothermensystem der Ableitung $\left(\frac{\partial\,\triangle_i}{\partial\,P}\right)_T$ als Basis für die Auffindung eines Ansatzes in der Form

$$\left(\frac{\partial\,\triangle_i}{\partial\,P}\right)_T=A\cdot p^3+B\cdot p^2+C\cdot p+D,$$

in welcher Gleichung die Koeffizienten $A$, $B$, $C$ und $D$ die Träger der Temperaturabhängigkeit sind und den folgenden Gleichungen genügen:

$$A=\frac{8{,}5\cdot 10^{16}}{T^8};\ B=-\frac{52\cdot 10^{16}}{T^8};\ C=\frac{98{,}062\cdot 10^8}{T^4}-$$

$$-\frac{108{,}739\cdot 10^6}{T^3}+\frac{44{,}281\cdot 10^4}{T^2}-\frac{8{,}0313\cdot 10^2}{T}+0{,}53021$$

$$D=\frac{0{,}9287\cdot 10^8}{T^4}-\frac{3{,}972\cdot 10^6}{T^3}+\frac{4{,}300\cdot 10^4}{T^2}-$$

$$-\frac{0{,}1742\cdot 10^2}{T}-0{,}06379.$$

Für die Darstellung der Versuchswerte werden demnach 12 Konstanten benötigt. Es ist ganz selbstverständlich, daß durch diese reichere Konstantenzahl ein größeres Gebiet erfaßt werden kann, und Besonderheiten, wie die Wiedergabe von Inversionspunkten, Berücksichtigung finden können.

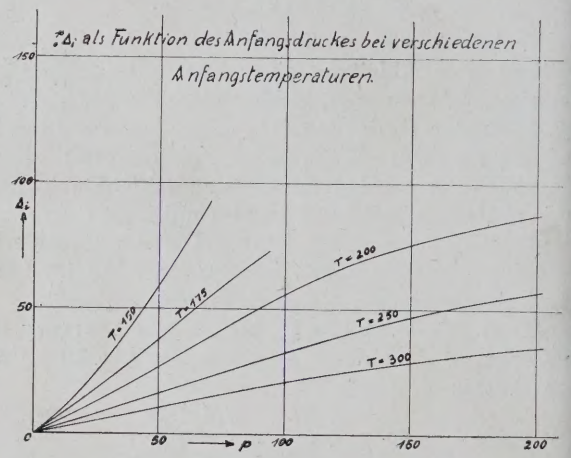



Abb. 1.

Wir haben ebenfalls versucht, die Werte der endlichen Abkühlung $\triangle_i$ durch eine Potenzreihe darzustellen. Die $\triangle_i$-Isothermen nach Hausen über $P$ aufgetragen, zeigen nach Abb. 1 verhältnismäßig wenig Krümmung, sodaß es möglich war, die vorgelegten Kurven mit Hilfe des Approximationspolynoms

$$\triangle_i=A\cdot P^1+B\cdot P^2+C\cdot P^3+\ .\ .\ .$$

bei Verwendung von nur drei Gliedern schon sehr gut wiederzugeben. Die Koeffizienten $A$, $B$ $C$ als Temperaturfunktionen aufgetragen, ließen sich in der Form von Summanden mit ganzen negativen Potenzen von $T$ ebenfalls befriedigend darstellen. Jedoch ergaben sich dabei sehr viele Konstanten, was unter allen Umständen vermieden werden sollte.

d) Ansätze für $i$.

Eine bisher noch nicht ausgenutzte Möglichkeit zur Auffindung einer Zustandsgleichung liefert die Beziehung

$$A\cdot T^2\left(\frac{\partial\,(v/T)}{\partial\,T}\right)_P=-\left(\frac{\partial\,i}{\partial\,P}\right)_T \qquad (4$$

Direkte $i$-Messungen liegen z. B. für Kohlensäure vor Jenkin und Pye im unterkritischen dampfförmigen

[1]) R. Plank, Phys. Zeitschrift 1916. S. 521.

[2]) R. Plank, Phys. Zeitschr. 1916, S. 521.

[3]) M. Jakob, Forschungsarbeiten d. VDI., Heft 202. S. 19, Berlin 1917.

owie von Jenkin und Shorthose im flüssigen nd überkritischen Zustand vor[1]).

Um eine Verwendung der Formel (4) zu unteruchen, haben wir die *i*-Werte für Luft von Hausen iber dem Druck bei konstanter Temperatur aufgeragen. Da sich für den Kurvenverlauf kein gechlossener Ausdruck finden ließ, wurde auch hier lie Verwendung eines nach Potenzen vom Drucke ortschreitenden reihenförmigen Ansatzes untersucht, vobei das Gebiet in der näheren Umgebung des ritischen Punktes wegen des steilen Verlaufs der Kurven von vornherein ausschied. Das Ergebnis ar jedoch unbefriedigend, da das Verfahren ebenalls zur Einführung vieler Konstanten nötigte.

(Fortsetzung folgt).

## Die Verdampfungswärme von Flüssigkeiten.[2])

Von Prof. Dr. Jaroslaw Hýbl, Prag.

Für die Darstellung der Abhängigkeit der Verampfungswärme von der Temperatur nd verschiedene empirische Gleichungen $= f(t)$ vorgeschlagen worden. Mit ücksicht darauf, daß bei der kritischen emperatur $T_k$ die Verdampfungswärme

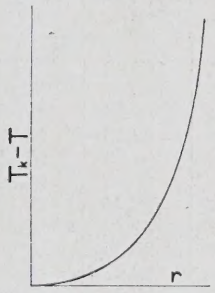



Abb. 1.

ı Null wird, ist es zweckmäßig, die orm $r = f(T_k - T)$ zu wählen. Da ın der Charakter der Temperaturabängigkeit bei allen Stoffen gleich ist Abb. 1), kommt man auch mit einer für lle Stoffe gültigen Form der Funktion aus. olgende Vorschläge kommen in Betracht:

ollier $r^2 = a\,T^n\,(T_k - T)^n$

athias $r^2 = a\,(T_k - T) - b\,(T_k - T)^2$

sborne - van Dusen $r^2 = a\,(T_k - T) - (T_k - T)^{3/2} + c\,(T_k - T)^3$

amerlingh - Onnes $r^2 = a\,(T_k - T) - (T_k - T)^2 + c\,(T_k - T)^3$

Welche von den erwähnten Formen e Wirklichkeit am besten wiedergibt, ann man durch Vergleich mit den gessenen Werten derjenigen Stoffe erennen, die uns am genauesten bekannt nd, das sind Wasserdampf und Ammoniak.

[1]) Vergleiche Plank und Kuprianoff a. O. S. 38 und 40.

[2]) Die Arbeit wurde am 14. 3. 1930 er II. Klasse der Böhmischen Akademie r Wissenschaft und Kunst in Prag vorelegt.

Bei allen diesen Formeln wird $r_{krit} = 0$, aber auch $\left(\frac{dr}{dT}\right)_{krit} = -\infty$, was thermodynamisch richtig ist. Mit Ausnahme der Mollierschen Form liefern auch alle für $T = 0$ ein endliches $r$, was ebenfalls stimmt. Nur bei Mollier erhält man für $T = 0$ auch $r = 0$, d. h. die Formel ergibt bei tiefen Temperaturen zu kleine Werte.

Die Form von Kamerlingh Onnes gibt im Bereich von 0 bis 300° C die Messungen von Knoblauch mit einer Abweichung von nicht über 2 ‰ wieder. In der Nähe der kritischen Temperatur sind die Abweichungen etwas größer, was verständlich ist. Für Ammoniak sind die Abweichungen der Formel von den Messungen des amerikanischen Bureau of Standards in Washington im Bereiche von — 50° bis + 50° C kleiner als 1 ‰. Die Formen von Mollier oder Mathias mit nur 2 Konstanten geben große Abweichungen. Demnach erscheint die Kamerlingh Onnessche Form als zweckmäßigste und allen Anforderungen entsprechend.

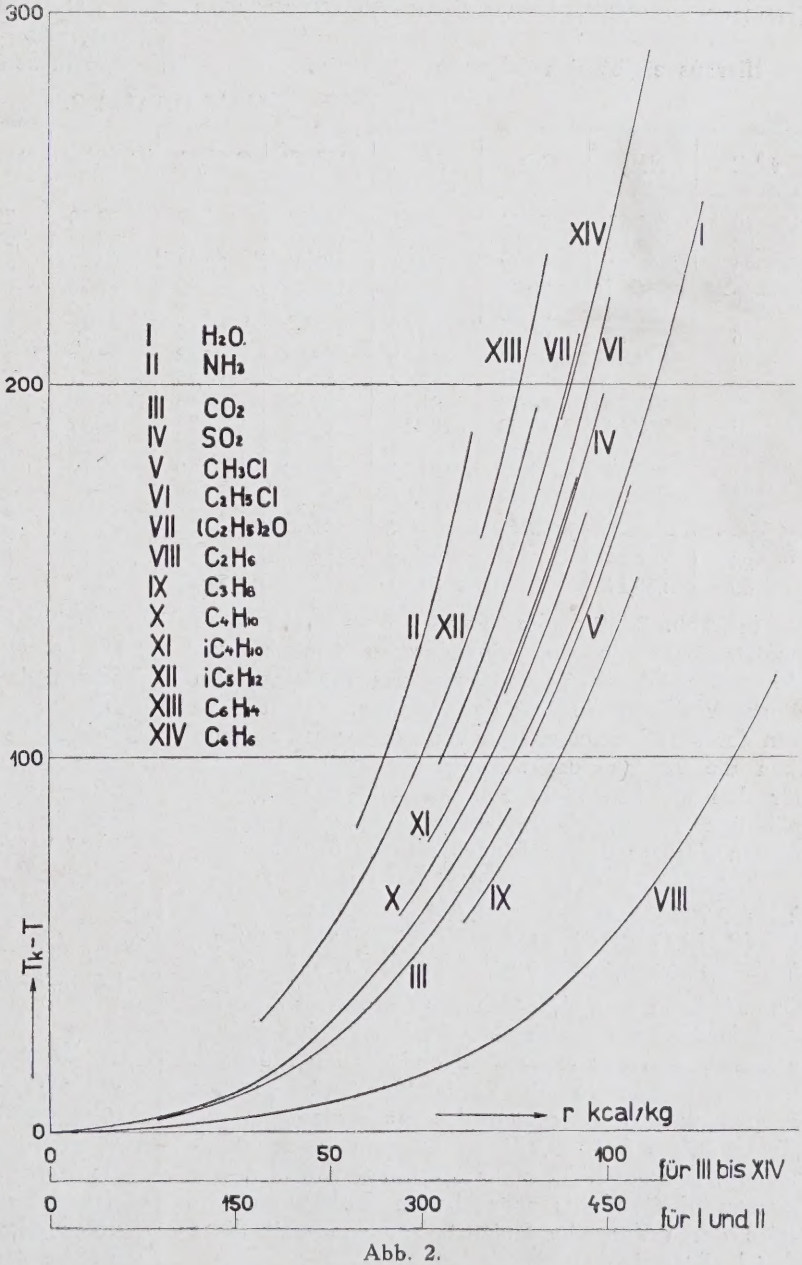



Abb. 2.

Die nachstehende Zahlentafel enthält die Werte der Konstanten $a$, $b$ und $c$ der Gleichung

$$r = a\,(T_k - T) - b\,(T_k - T)^2 + c\,(T_k - T)^3$$

für 12 Stoffe, die als Kältemittel in Betracht kommen. Dabei ist $T = 273{,}1 + t\,^0\mathrm{C}$.

Zahlentafel 1.

| Stoff | | $a$ | $b$ | $c$ | Krit. Temperatur $T_k$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Wasser | $H_2O$ | 1668,0460 | 2,963364 | 0,0027656 | 647,1 |
| Ammoniak | $NH_3$ | 934,6972 | 2,401053 | 0,0039262 | 406,0 |
| Kohlendioxyd | $CO_2$ | 120,1451 | 0,757285 | 0,0032081 | 304,3 |
| Schwefeldioxyd | $SO_2$ | 73,3544 | 0,172805 | 0,0002729 | 430,2 |
| Methylchlorid | $CH_3Cl$ | 98,0327 | 0,319198 | 0,0006505 | 416,1 |
| Aethylchlorid | $C_2H_5Cl$ | 63,4478 | 0,090008 | 0,0000358 | 455,9 |
| Aethyläther | $(C_2H_5)_2O$ | 57,6614 | 0,088806 | 0,0000783 | 466,6 |
| Chloroform | $CHCl_3$ | 25,5240 | 0,046814 | 0,0000561 | 535,6 |
| Aethan | $C_2H_6$ | 334,6926 | 3,204337 | 0,0131413 | 305,7 |
| Propan | $C_3H_8$ | 126,7131 | 0,587712 | 0,0016006 | 369,7 |
| Butan | $C_4H_{10}$ | 77,3411 | 0,161737 | 0,0001925 | 423,9 |
| Isobutan | $iC_4H_{10}$ | 71,9329 | 0,179580 | 0,0003466 | 406,8 |

Hieraus ergibt sich folgende

Bemerkungen zu der Zahlentafel für die Ve dampfungswärme der Kältemittel.

$NH_3$. Die Werte unterscheiden sich von de amerikanischen um nicht mehr als 1‰.

$CO_2$. Bei der Bestimmung der Konstante wurden die Versuchsergebnisse von Jenkin, Regnau Mathias und Chappius zu Grunde gelegt. Die Ab weichungen von den Werten von Plank und Kuprianc betragen innerhalb der Grenzen von —50° bis nicht mehr als 0,7%.

$SO_2$. Hier liegen wenige zuverlässige Versuch vor. Benutzt man die Werte von Cailletet-Matthia so erhält man die Konstanten $a$, $b$ und $c$ mit un gekehrten Vorzeichen (—, +, —) wie bei keine anderen Stoff. Die Verdampfungswärme würd mit wachsender Temperatur viel schneller abnehme als bei den anderen Stoffen. In oben stehend Zahlentafel ist angenommen, daß sich die Ve dampfungswärme von $SO_2$ ebenso verhält wie di jenige der anderen Stoffe. Die Zukunft muß zeige was richtig ist.

$CH_3Cl$, $C_2H_5Cl$. Die Verdampfungswärm innerhalb —40 bis +40° C weicht von den vo Shorthose gemessenen Werten höchstens um 1½%

Zahlentafel 2.

| $t\,^0$C | $NH_3$ | $CO_2$ | $SO_2$ | $CH_3Cl$ | $C_2H_5Cl$ | $(C_2H_5)_2O$ | $CHCl_3$ | $C_2H_6$ | $C_3H_8$ | $C_4H_{10}$ | $iC_4H_{1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| —40 | 331,85 | 76,64 | 99,17 | 106,01 | 100,32 | 98,08 | 70,64 | 111,52 | 102,09 | 101,02 | 94,30 |
| —35 | 328,38 | 74,61 | 98,23 | 104,91 | 99,60 | 97,33 | 70,20 | 109,73 | 100,73 | 100,10 | 93,21 |
| —30 | 324,84 | 72,47 | 97,28 | 103,81 | 98,85 | 96,57 | 69,75 | 107,78 | 99,35 | 99,16 | 92,11 |
| —25 | 321,22 | 70,21 | 96,31 | 102,70 | 98,08 | 95,79 | 69,30 | 105,63 | 97,96 | 98,20 | 90,99 |
| —20 | 317,52 | 67,80 | 95,33 | 101,57 | 97,28 | 95,00 | 68,84 | 103,21 | 96,55 | 97,21 | 89,85 |
| —15 | 313,73 | 65,20 | 94,33 | 100,43 | 96,46 | 94,19 | 68,39 | 100,44 | 95,11 | 96,20 | 88,69 |
| —10 | 309,83 | 62,36 | 93,31 | 99,28 | 95,62 | 93,36 | 67,93 | 97,25 | 93,64 | 95,16 | 87,50 |
| — 5 | 305,83 | 59,24 | 92,27 | 98,11 | 94,75 | 92,51 | 67,47 | 93,55 | 92,12 | 94,09 | 86,29 |
| 0 | 301,71 | 55,76 | 91,20 | 96,92 | 93,86 | 91,65 | 67,00 | 89,22 | 90,55 | 92,98 | 85,06 |
| 5 | 297,46 | 51,82 | 90,11 | 95,70 | 92,94 | 90,77 | 66,53 | 84,10 | 88,92 | 91,84 | 83,80 |
| 10 | 293,08 | 47,30 | 88,99 | 94,46 | 91,98 | 89,86 | 66,05 | 77,97 | 87,21 | 90,66 | 82,50 |
| 15 | 288,55 | 41,97 | 87,85 | 93,19 | 91,00 | 88,93 | 65,57 | 70,49 | 85,42 | 89,45 | 81,16 |
| 20 | 283,85 | 35,43 | 86,67 | 91,87 | 89,99 | 87,98 | 65,09 | 61,11 | 83,53 | 88,20 | 79,79 |
| 25 | 278,98 | 26,77 | 85,46 | 90,51 | 88,95 | 87,00 | 64,60 | 48,62 | 81,52 | 86,91 | 78,38 |
| 30 | 273,92 | 11,96 | 84,22 | 89,11 | 87,87 | 86,00 | 64,10 | 29,13 | 79,39 | 85,57 | 76,91 |
| 35 | 268,66 | | 82,94 | 87,66 | 86,76 | 84,97 | 63,59 | | 77,12 | 84,18 | 75,39 |
| 40 | 263,17 | | 81,60 | 86,15 | 85,61 | 83,92 | 63,08 | | 74,70 | 82,74 | 73,81 |

In Abb. 2 sind die Kurven $r = f\,(T_k - T)$ aufgetragen. Sie sind einander so ähnlich, daß sie einfach durch Veränderung des Maßstabes in einander übergeführt werden können. Geht man von der Verdampfungswärme von Wasser aus, so kann man die Verdampfungswärmen der anderen Stoffe für den gleichen Wert von $T_k - T$ durch Multiplikation von $r_{Wasser}$ mit einem Faktor $k$ erhalten, dessen Wert für die verschiedenen Stoffe folgender ist:

| | $NH_3$ | $CO_2$ | $SO_2$ | $CH_3Cl$ | $C_2H_5Cl$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $k$ = | 0,721 | 0,240 | 0,204 | 0,225 | 0,198 |
| | $(C_2H_5)_2O$ | $CHCl_3$ | $C_2H_6$ | $C_3H_8$ | $C_4H_{10}$ | $iC_4H_{10}$ |
| $k$ = | 0,190 | 0,124 | 0,365 | 0,245 | 0,211 | 0,202 |

Danach kann man eigentlich das Gesetz für die Verdampfungswärme bestimmen, wenn man den Faktor $k$ kennt, also aus einer einzigen genauen Messung. Berechnet man so die Verdampfungswärmen von Ammoniak aus derjenigen des Wasserdampfes mit Hilfe Faktors $k = 0{,}721$ so weichen die so erhaltenen Werte um nicht mehr als 0,6% von den von Bureau of Standards angegebenen Werten ab. Es wäre durch Versuche festzustellen, wie weit diese Regel allgemeine Gültigkeit hat.

$(C_2H_5)_2O$, $CHCl_3$. Zu Grunde gelegt sind d bei Landolt Börnstein verzeichneten Werte, die vo verschiedenen Experimentatoren in den letzte Jahren ermittelt wurden. Die Abweichungen de Tafelwerte von gemessenen sind verschwindend.

$C_2H_6$, $C_3H_8$, $C_4H_{10}$, $iC_4H_{10}$. Für Aetha Progan, Butan und Isobutan sind die von de American Society of Refrigerating Engineers im Jah 1926 herausgegebenen Tabellen benutzt.

## Die Kühlung von Fleisch.

Von Dr.-Ing. Walter Tamm, Karlsruhe.[1])

(Mitteilungen aus dem Kältetechnischen Institut de Technischen Hochschule Karlsruhe.)

Es mag auf den ersten Blick erscheinen, als o es auf dem Gebiete der Fleischkühlung weni Interessantes mehr zu suchen gäbe. Seit 50 Jahre

[1]) Vorgetragen in der Hauptversammlung de Deutschen Kältevereins am 7. 6. 1929. Dieser Be richt ist ein Auszug aus einer größeren Arbeit, di unter dem gleichen Titel als Beiheft der Zeitschrif für die gesamte Kälteindustrie erscheinen wird.

und länger kühlt man das Fleisch zum Zwecke der Frischhaltung über nicht zu lange Zeiträume. Im Laufe der Jahre haben sich dabei ganz bestimmte Verfahren herausgebildet, die in fast allen Ländern der Welt die gleichen sind und offenbar zu guten Ergebnissen geführt haben. Eine Kritik setzte jedenfalls erst in den allerletzten Jahren ein, und zwar war es von deutscher Seite M. Hirsch[1]), der auf Grund theoretischer Ueberlegungen an Hand des Mollierschen J-x Diagramms für feuchte Luft allgemeine Gesichtspunkte für die zweckmäßigste Art der Fleischkühlung aufstellte und dabei besonders auf den Gewichtsverlust hinwies.

Es ist merkwürdig, daß man dieser Erscheinung bis heute so wenig Bedeutung geschenkt hat. Man nimmt einen Verlust von 5% und mehr, wie er bei etwa achttägiger Lagerung aufzutreten pflegt, als etwas Unabänderliches hin, während eine einfache Ueberlegung zeigt, daß eine Ersparnis von nur 1% desselben schon die gesamten Kühlkosten zu decken vermöchte. Vielleicht ist diese Gleichgültigkeit damit zu erklären, daß in Deutschland und auch im übrigen Europa die Kühlung in öffentlichen Schlachthöfen erfolgt, also der Leiter des Kühlhauses nicht selbst Produzent und deshalb nicht unmittelbar an einer Ersparnis interessiert ist. In Amerika, wo diese Personalunion vielfach besteht, hat man an dieser Frage ein größeres Interesse und hier hat man denn auch schon erfolgreiche Schritte in dieser Richtung unternommen.

Die Untersuchungen von Hirsch lassen den Einfluß der Kühlbedingungen auf Kühldauer und Gewichtsverlust bei Abkühlung und Lagerung qualitativ richtig erkennen, doch fehlt ihre quantitative Bestätigung. Es war bisher nicht möglich, Abkühlungsdauer und Gewichtsverlust von wirklichen Tierkörpern in Abhängigkeit von Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt und Bewegungszustand der Kühlluft zahlenmäßig richtig vorherzusagen. Diese Lücken möchte die vorliegende Arbeit ausfüllen; denn man scheut sich natürlich, irgendwelche Vorrichtungen oder Umbauten zum Zwecke einer Verkürzung der Abkühlungsdauer oder Verminderung des Gewichtsverlustes vorzunehmen, solange man nicht weiß, wieviel man damit erreichen kann. Außerdem erschien es an der Zeit, für ein so großes und altes Anwendungsgebiet der Kältetechnik in exakter Weise die allgemeinen Gesetze aufzustellen. Unser Ziel ist also, für jeden beliebigen Luftzustand Abkühlungsdauer und Gewichtsverlust eines Tierkörpers zu berechnen und auf Grund dieser Kenntnis die günstigsten Kühlbedingungen zu ermitteln.

Von den zwei Verfahren zur Behandlung physikalischer Aufgaben, der Rechnung und dem Versuch, ist in unserm Falle keine allein geeignet, zu einer Lösung zu führen. Bei der Abkühlung haben wir nicht weniger als fünf Veränderliche, die den Vorgang wesentlich beeinflussen: außer den drei den Luftzustand kennzeichnenden Größen die Dicke und stereometrische Form des zu kühlenden Fleisches. Sind schon Versuche mit veränderlicher Luftfeuchtigkeit sehr schwierig genau auszuführen, so schließt die nicht definierbare Form des Fleisches jede Durchführung von Versuchsreihen, bei denen jeweils vier von den fünf Variablen konstant zu halten wären, vollständig aus. Wir müssen also versuchen, hauptsächlich auf rechnerischem Wege zu einer Lösung zu kommen. Die von Fourier entwickelte Theorie der Wärmeleitung in festen Körpern bei abklingender Temperaturverteilung liefert hierzu die erste Handhabe. Auf Grund dieser ist es möglich, für einen trockenen Körper von einfacher stereometrischer Gestalt, dessen Temperaturleitzahl bekannt ist, Temperaturverteilung und Wärmeverlust in Abhängigkeit von der Zeit anzugeben. Diese Beziehungen wurden für eine Fleischkugel aufgestellt, deren Oberfläche zunächst als nicht verdunstend angenommen wurde, nachdem spezifisches Gewicht, spezifische Wärme und Wärmeleitzahl des Fleisches experimentell bestimmt worden waren. Hierbei ergab sich für die Wärmeleitzahl ein fast doppelt so großer Wert ($\lambda = 0{,}43 \frac{\text{kcal}}{\text{m}\,^0\text{h}}$) als seinerzeit von Rubner[1]) ermittelt wurde. Es gelang eine einfache explizite Darstellung sowohl der Abkühlungsdauer als auch des Wärmeverlustes. Nun wurde die Theorie für eine Fleischkugel mit verdunstender Oberfläche erweitert und auch für eine solche Abkühlungsdauer, Wärmeverlust und Gewichtsverlust berechnet. Als Unterlage hierzu diente die Arbeit von Merkel[2]) über Verdunstungskühlung. Diese Rechnung versagt, wenn wir nun von der Fleischkugel beispielsweise zur Fleischkeule übergehen, weil das mathematische Verfahren nur bei Körpern von einfacher stereometrischer Gestalt anwendbar ist. Es wurden daher Versuche mit Fleischkeulen verschiedener Dicke angestellt, die verschiedenen Kühlbedingungen ausgesetzt wurden. Abkühlungszeit und Gewichtsverlust bei der Keule wurden nun verglichen mit den entsprechenden berechneten Werten bei einer Fleischkugel vom Durchmesser der Keulendicke, die denselben Kühlbedingungen ausgesetzt wäre. Auf diese Weise erhält man Verhältniszahlen, die angeben, ein Wievielfaches die Abkühlungszeit und der Gewichtsverlust einer Tierkeule gegenüber einer Fleischkugel vom gleichen Durchmesser ist. Setzt man diese Verhältniszahlen nun in die für die feuchte Kugel entwickelten Formeln ein, so erhält man damit Beziehungen, die eine Berechnung des Gewichtsverlustes und der Abkühlungsdauer von Tierkeulen beliebiger Dicke in Abhängigkeit von den Kühlbedingungen in der richtigen Größenordnung ermöglichen. Die Keule ist aber als der dickste Teil des Tierkörpers maßgebend für die Abkühlungszeit. Nun kann man jeweils eine einzelne Größe variieren und ihren besonderen Einfluß ermitteln. Die folgenden Abbildungen lassen die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen erkennen.

Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit von der relativen Feuchtigkeit $\varphi$ der Luft bei verschiedenen Temperaturen $t_L$ und zwar für eine Keulendicke von 10 cm und ruhende Luft. Wir erkennen, daß mit ab-

[1]) Hirsch. Die Kühlung feuchten Gutes unter besonderer Berücksichtigung des Gewichtsverlustes. Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie, 1927, Heft 6.

[1]) Rubner, Ueber das Eindringen der Wärme in feste Objekte und Organteile. Archiv für Hygiene 1906.

[2]) Merkel, Verdunstungskühlung. V. D. I.-Verlag 1925.

nehmender relativer Feuchtigkeit die Abkühlungszeit $\tau_{0k}$ fast linear abnimmt und zwar ist diese Abnahme bei höheren Temperaturen proportional größer als bei niedreren. Der Gewichtsverlust $\triangle G_{0K}$ dagegen nimmt mit abnehmendem $\varphi$ zu. Daß er, absolut genommen, bei höheren Temperaturen kleiner ausfällt als bei niederen, ebenso daß die Abkühlungsdauer hier kürzer ist als dort, erklärt sich daraus, daß das Fleisch im ersten Fall um eine kleinere Temperaturspanne abzukühlen ist, als im zweiten. Der

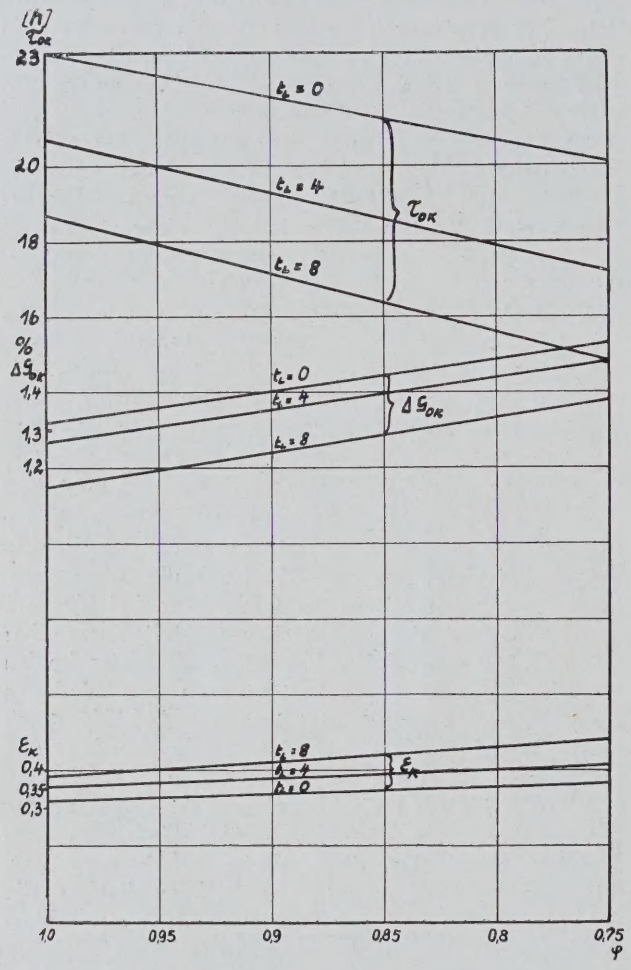



Abb. 1. Abkühlungsdauer und Gewichtsverlust in Abhängigkeit von der relativen Feuchtigkeit und der Temperatur der Luft. Keulendicke 10 cm, Luftgeschwindigkeit 0 m/sec.

Wert $\varepsilon_k$ stellt das Verhältnis der durch Verdunstung abgeführten zur gesamten übertragenen Wärmemenge dar. Wir erkennen, daß normalerweise etwa 30 bis 50% der Wärmemenge durch Verdunstung, 70 bis 50% durch Wärmeleitung und Konvektion abgeführt werden, je nach den Kühlverhältnissen. Bei hoher Temperatur und geringem Feuchtigkeitsgehalt ist der Anteil der Verdunstung größer als bei tiefer Temperatur und hohem Feuchtigkeitsgehalt. Dabei ist innerhalb des dargestellten Gebietes der Temperatureinfluß bedeutender als der der Luftfeuchtigkeit.

Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit bei verschiedener Luftfeuchtigkeit. Die Lufttemperatur wurde mit $0^0$, die Keulendicke wieder mit 10 cm angenommen. Wir haben zunächst einen bedeutenden Einfluß der Luftgeschwindigkeit auf die Abkühlungsdauer $\tau_{0k}$ festzustellen und zwar vermindert sie sich bei $v = 4$ m/sec auf etwa die Hälfte des Wertes bei $v = 0$. Das leuchtet ohne weiteres ein, da ja die Wärmeübertragung wesentlich von der Geschwindigkeit der im Wärmeaustausch miteinander stehenden Körper abhängt. Daß dagegen der Gewichtsverlust mit zunehmender Luftgeschwindigkeit nicht nur nicht zu- sondern bei hoher Luftfeuchtigkeit sogar abnimmt, erscheint auf den ersten Anblick widersinnig. Die Erklärung liegt zum Teil darin, — worauf auch Hirsch schon hingewiesen hat —, daß bei steigender Luftgeschwindigkeit die Verdunstungswirkung zwar

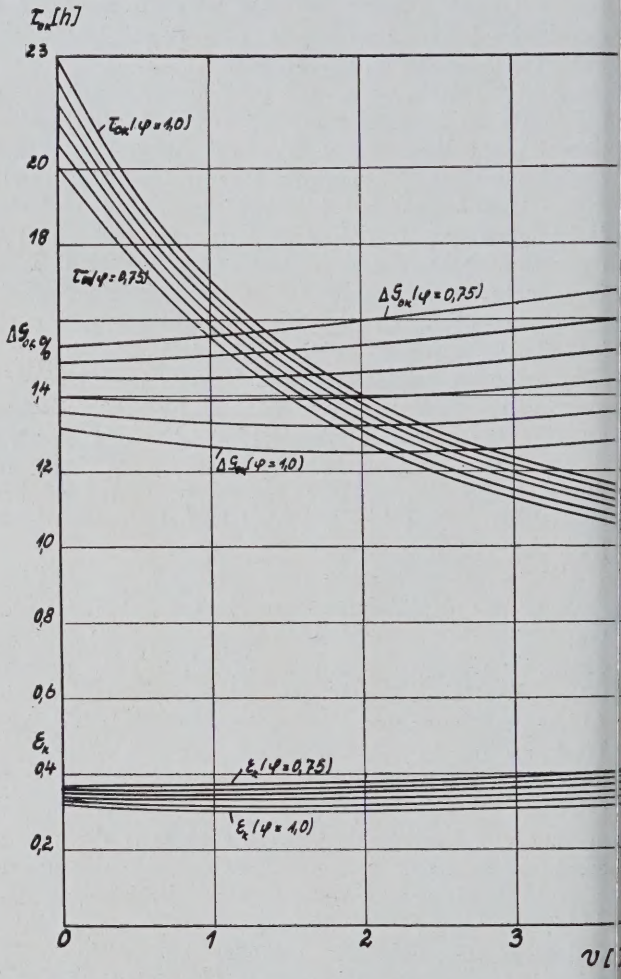
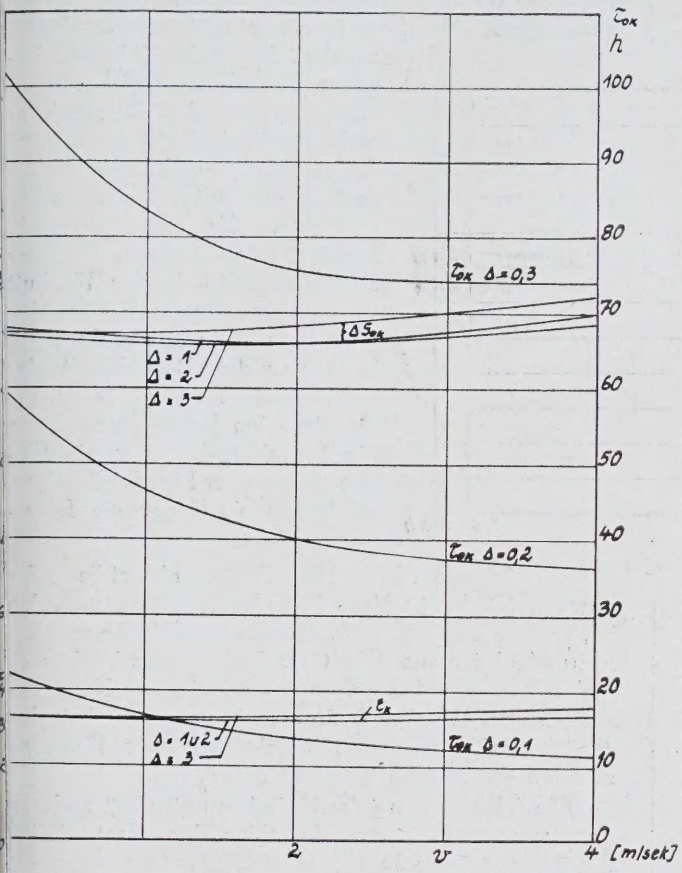



Abb. 2. Abkühlungsdauer und Gewichtsverlust von Tier in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der re Feuchtigkeit der Luft. Keulendicke 10 cm, Lufttemperat

wächst, die Abkühlungsdauer dagegen abnimmt, zum andern Teil ist diese Erscheinung auf den veränderten Temperaturverlauf an der Fleischoberfläche zurückzuführen. Als wichtigste Tatsache aber können wir feststellen, daß es bei hoher Luftfeuchtigkeit eine günstigste Luftgeschwindigkeit gibt, bei der der Gewichtsverlust ein — wenn auch sehr flaches — Minimum annimmt. Diese liegt, bei etwa $v = 2$ m/sec für Fleischkeulen von etwa 10 cm Dicke, für dickere Stücke bei einem etwas niederen, für dünnere Stücke bei einem höheren Wert. Für sehr trockene Luft ($\varphi$ kleiner als ca 90%) tritt ein Minimum nicht mehr auf, jedoch ist die Zunahme des Gewichtsverlustes mit steigender Luftgeschwindigkeit nicht bedeutend.

Abb. 3 zeigt wiederum die Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit, aber für verschiedene Keulendicken $\Delta$ ($\varphi = 95\%$). Wir erkennen, daß der Einfluß der Luftgeschwindigkeit auf die Abkühlungsdauer mit größerer Keulendicke abnimmt.

Zwar vermindert sich bei dicken Stücken die Abkühlungsdauer absolut genommen in stärkerem Maße als bei dünnen, dagegen ist durch Steigerung der Luftgeschwindigkeit keine so große verhältnismäßige Verkürzung derselben zu erzielen. Je dicker die zu kühlenden Körper sind, um so mehr tritt der Einfluß des Zustandes der Kühlluft hinter dem der Wärmeleitung im Inneren des Körpers zurück.




3. Abkühlungsdauer und Gewichtsverlust von Tierkeulen in ängigkeit von der Luftgeschwindigkeit und der Keulendicke. Lufttemperatur 0°, relaltive Feuchtigkeit 95%

Abb. 4 zeigt den Einfluß der relaiven Feuchtigkeit der Kühlluft auf den Gewichtsverlust während der Lageung. Die Werte geben den Gewichtsverlust pro Tag bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,1 m/sec an der Fleischoberfläche und gelten für normale Rinderviertel. Bei dicken Stücken allen sie etwas geringer, bei dünnen etwas größer aus. Wir erkennen den bedeutenden Einfluß von φ, der in len mäßigen Grenzen zwischen 90% nd 75% mehrere hundert Prozent usmacht. Der Einfluß der Lagertemeratur tritt demgegenüber zurück. Die Luftgeschwindigkeit von 0,1 m tellt sich nach eigenen Messungen in ormalen Kühlräumen bei einem 20 is 30fachen Luftwechsel an der Fleischberfläche ein. Bei ruhender Luft wird er Gewichtsverlust nur um Weniges leiner. Mäßige Luftbewegung bei der agerung ist also auf den Gewichtserlust nur von geringem Einfluß.

Abb. 5 gibt schließlich innerhalb gewisser Grenzen einen praktischen Beweis für die oben ausgesprochenen Behauptungen. Die beiden Kurven stellen den Gewichtsverlust in Abhängigkeit von der Zeit dar, wie er bei zwei Hammelkeulen eines und desselben Tieres im Verlaufe der Kühlung auftrat. Die Kühl- und Lagerbedingungen für den Versuch VII waren $t_L = 0^0$, $\varphi = 0{,}92$, die für den Versuch VIII $t_L = 2^0$, $\varphi = 0{,}85$. Keule VII wurde in stark bewegter Luft ($v = 2$ m/sec), Keule VIII bei mäßig bewegter Luft ($v = 0{,}01$ m/sec) abgekühlt. Die beiden ersten Versuchspunkte wurden nach Beendigung der Abkühlung aufgenommen und zeigen den Einfluß der großen Luftgeschwindigkeit auf Abkühlungszeit und Gewichtsverlust. Die beiden letzten Versuchspunkte, aufgenommen nach $\tau = 152$ h, also etwa 6 Tagen, lassen erkennen, daß insgesamt durch schnelle Abkühlung und anschließende Lagerung bei hoher Luftfeuchtigkeit und tiefer Temperatur in dieser Zeit 1,7% an Gewicht gespart wurden.

Wir können nun dazu übergehen, die besten Bedingungen für die Kühlung von Fleisch festzulegen. Selbstverständlich erscheint zunächst, daß wir alles tun müssen, um den Gewichtsverlust auf ein Mindestmaß herabzudrücken. Ein hoher Gewichtsverlust bedeutet nicht nur eine Verminderung der Menge, sondern bei langer Lagerung auch der Güte, da das Fleisch trocken und weniger gut genießbar wird. Weiter bringt aber auch eine kurze Abkühlungsdauer einen wirtschaftlichen Vorteil. Je kürzer sie wird, um so kleiner können die dafür benötigten Kühlräume werden, um so kleiner werden also auch die Einstrahlungsverluste in diese, um so kleiner die erforderliche Kälteleistung. Die günstigsten Kühlbedingungen sind also diejenigen, die bei kürzester Abkühlungsdauer den geringsten Gewichtsverlust ergeben. Diese Aussage gilt mit zwei Einschränkungen. Eine Verkürzung der Abkühlungsdauer, eine Verringerung des Gewichtsverlustes läßt sich nur dann rechtfertigen, wenn ein etwaiger Mehraufwand für die hierfür zu treffenden besonderen Einrichtungen sich durch die erzielbaren Ersparnisse bezahlt macht. Die andere Einschränkung besteht darin, dass eine Schädigung oder gar

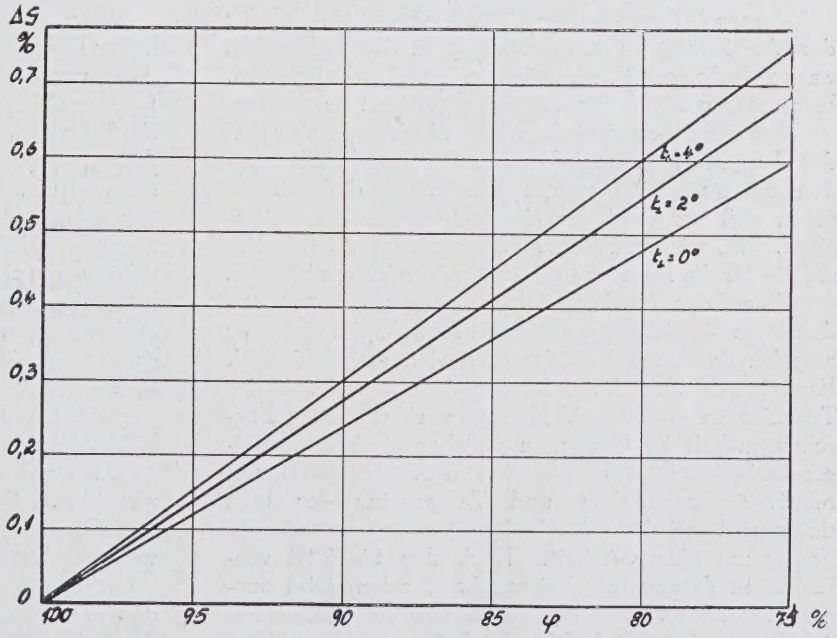



Abb. 4. Gewichtsverlust von Rindervierteln während 24stündiger Lagerung abhängig von der relativen Feuchtigkeit und der Temperatur der Luft.

ein Verderben des zu kühlenden Gutes während der Kühlung und Lagerung nicht eintreten darf, auch wenn beispielsweise der Gewichtsverlust sich erhöhen sollte.

Eine solche Schädigung besteht hauptsächlich im Auftreten von Schimmel und Bakterien an der Oberfläche des Fleisches, die das bekannte Schmierigwerden verursachen. Es hat sich nun gezeigt, daß sich die Bakterien in besonders hohem Maße dann entwickeln, wenn die Fleischoberfläche mit sehr

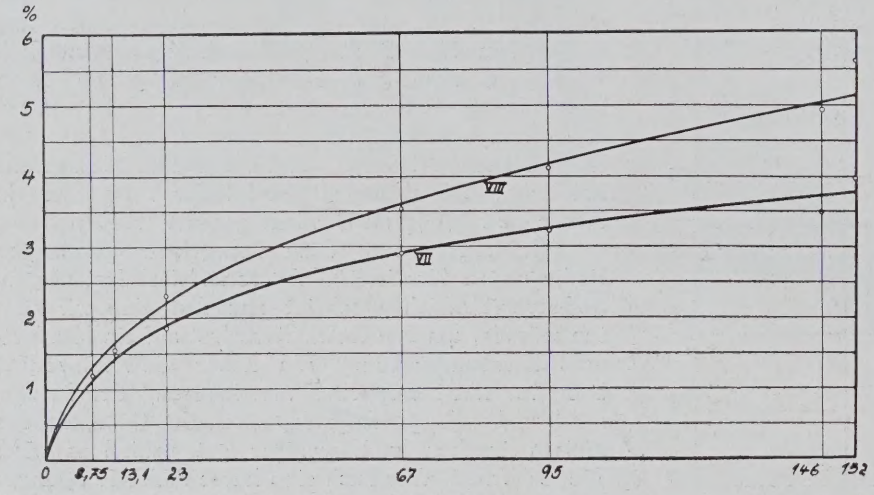



Abb. 5. Gewichtsverlust bei der Abkühlung und Lagerung zweier Hammelkeulen.

feuchter Luft ($\varphi$ nahezu $100^0/_0$) in Berührung kommt oder wenn sich gar ein Feuchtigkeitsniederschlag bildet. Ein Feuchtigkeitsniederschlag tritt dann ein, wenn die Temperatur der Fleischoberfläche soweit unter die Temperatur der Umgebung sinkt, daß sie den Taupunkt der Luft unterschreitet. Dies kann beispielsweise dann vorkommmen, wenn nach längerer Betriebsunterbrechung die während dieser infolge fortgesetzter Verdunstung mit Wasserdampf angereicherte Luft wieder abgekühlt wird, wenn größere Mengen warmen Fleisches eingebracht werden oder wenn warme Luft mit hohem Feuchtigkeitsgehalt durch offene Türen in den Lagerraum eindringt.

Unsere Untersuchungen lassen erkennen, daß für den Abkühlungs- und Lagerungsprozeß grundsätzlich verschiedene Kühlbedingungen am günstigsten sind. Wir müssen also beide Vorgänge getrennt betrachten.

Wir erkennen zunächst, daß die Temperatur bei der Lagerung so tief wie möglich gewählt werden müsste. Eine untere Grenze ist dadurch gesetzt, daß bei $-1^0$ das Gefrieren des Fleisches beginnt. So wird man eine Temperatur von $0^0$ bis $+1^0$ als die für die Lagerung günstigste bezeichnen können.

Eine hohe Luftfeuchtigkeit bringt zwar eine bedeutende Gewichtsersparnis mit sich, begünstigt aber zugleich das Wachstum der Bakterien und Schimmel. Es ist zur Zeit im Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe eine weitere Forschungsarbeit im Gange, in welcher die Wachstumsgeschwindigkeit von Bakterien in Abhängigkeit von relativer Feuchtigkeit und Temperatur der Luft untersucht wird. Sie bedeutet eine notwendige Ergänzung dieser Arbeit. Nach den bis jetzt vorliegenden Versuchsergebnissen kann schon jetzt ausgesagt werden, daß die bis heute für notwendig gehaltene niedrige Luftfeuchtigkeit von $\varphi = 75\,\%$ bei normaler Lagerdauer unbedenklich überschritten werden kann (etwa $\varphi = 85\,\%$), wenn dafür gesorgt wird, daß keine Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen im Kühlraum auftreten. Eine der Hauptursachen für solche Schwankungen, das Einbringen warmen Fleisches, wird dadurch ausgeschaltet, daß die völlige Abkühlung bis auf die Lagertemperatur in getrennten Räumen vorgenommen wird. Ebenso kann durch zweckmäßige konstruktive Maßnahmen ein Eindringen warmer Luft mit hohem Feuchtigkeitsgehalt von außen wirksam verhindert werden. Schließlich ist kontinuierlicher Betrieb oder die Anwendung ausreichender Kältespeicher selbstverständliche Voraussetzung dafür, daß Schwankungen des angestrebten Luftzustandes nicht auftreten. Es kann allgemein ausgesprochen werden, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Kühlluft um so niedriger gewählt werden muß, je weniger vorgekühlt wird, je kürzer die Betriebszeit der Kältemaschine ist, je mehr die Konstruktion des Kühlraumes und die Betriebsverhältnisse ein Eindringen warmer Luft begünstigen, schließlich, je länger die Lagerdauer ist.

Die Frage, ob stille oder bewegte Kühlung während der Lagerung anzuwenden ist, muß zu Gunsten der letzteren entschieden werden. Luftumlauf ist aus dem Grunde äußerst wichtig, weil dadurch die Bildung von Stauluft in der Nähe der Fleischoberfläche verhindert wird, die selbst bei genügender allgemeiner Trockenheit der Raumluft stellenweise nahezu gesättigt sein kann.

Die Abkühlung des Fleisches unterliegt anderen Gesetzen. Wir sahen, daß hier den Haupteinfluß die Luftgeschwindigkeit ausübt, durch welche die Kühldauer bedeutend, der Gewichtsverlust immerhin um ein Geringes vermindert werden kann. Die Temperatur ist hier durch die der Lagerung gegeben.

Wir sahen weiter, daß sich bei Anwendung hoher Luftgeschwindigkeiten der Gewichtsverlust nur dann vermindert, wenn die relative Feuchtigkeit der Luft hoch ist. Praktisch decken sich aber beide Forderungen, denn mit Erhöhung der Luftgeschwindigkeit, gleichbedeutend mit Erhöhung des stündlichen Luftumlaufs, erhöht sich auch die relative Feuchtigkeit der Luft automatisch, weil ihre Erwärmung dann geringer wird. Die Kühlluft sollte demnach eine relative Feuchtigkeit von nahezu $100\,\%$ haben. Ein Feuchtigkeitsniederschlag auf der Oberfläche des Fleisches ist dabei ausgeschlossen, weil während der ganzen Abkühlungsdauer die Fleischoberfläche stets eine höhere Temperatur als die Kühlluft hat.

Die günstigste Luftgeschwindigkeit bei der Abkühlung kann im allgemeinen mit etwa 2 m/sek. angegeben werden. Eine Steigerung darüber hinaus ist zwecklos. Sie vermag die Kühldauer nur noch verhältnismäßig wenig abzukürzen, erhöht den Gewichtsverlust und kostet Ventilatorarbeit.

Die heutigen Schlachthofkühlanlagen entsprechen den aufgestellten Forderungen in keiner Weise. Abkühlung und Lagerung werden nicht in getrennten Räumen vorgenommen, denn im Vorkühl- und Haupt-

kühlraum wird abgekühlt. Dadurch wird man gezwungen, das Fleisch im Hauptkühlraum bei niedriger Luftfeuchtigkeit zu lagern, was einen relativ hohen Gewichtsverlust zur Folge hat. Die Anwendung hoher Lufttemperatur im Vorkühlraum ist ebenfalls mit Rücksicht auf den Gewichtsverlust ungünstig und auch im Hauptkühlraum wird, jedenfalls in Europa, mit einer zu hohen Temperatur (+2 bis +4°) gearbeitet. Die heutigen Fleischkühlanlagen sind also keineswegs in Hinsicht auf größtmögliche Gewichtsersparnis, sondern lediglich auf ausreichende Sicherheit gegen Verderb eingerichtet.

Eine Umgestaltung der Verhältnisse auf Grund der ausgesprochenen Erkenntnisse ist nun nicht von heute auf morgen möglich. Es tritt als erschwerender Umstand hinzu, daß die Schlachthofkühlanlagen meist im Besitz von Kommunen sind, die die Kosten für Umbauten zu tragen hätten, ohne daß ihnen unmittelbar der sich aus der Gewichtsersparnis ergebende Gewinn zuflösse. Dieser Gewinn ist beträchtlich. Es dürften sich durch Anwendung der vorgeschlagenen Maßnahmen gegenüber dem bisher üblichen Kühlverfahren während einer achttägigen Lagerung leicht 2% und mehr des eingebrachten Gewichtes bei gleicher Sicherheit gegen Verderb ersparen lassen. Eine überschlägliche Durchrechnung zeigte weiter, daß die Durchführung dieser Maßnahmen keine Verteuerung, sondern eine Verbilligung der Anlagekosten bedeutet, da die bisherigen Vorkühlräume fortfallen und durch den Lagerräumen vorgebaute Fleischkühler ersetzt werden könnten, die ganz erheblich weniger Raum beanspruchen würden. Die erforderliche Kälteleistung aber würde trotz Anwendung tieferer Temperaturen ungefähr die gleiche bleiben, weil sich wegen des Fortfalles der Vorkühlräume die Kälteverluste vermindern würden, während allerdings die Nutzkälteleistung steigt. Es sei wegen des beschränkten Raumes hier nur darauf hingewiesen, daß in Amerika C. Bloom[1]) als erster höhere Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit bei der Abkühlung praktisch anwandte und von großen wirtschaftlichen Erfolgen berichten konnte.

Wir hoffen, mit diesen Ausführungen einen Beitrag zur Erkenntnis des Problems der Fleischkühlung geliefert zu haben, der vielleicht auch für die praktische Gestaltung von Fleischkühlanlagen neue Anregungen geben wird.

## Gekühltes Trinkwasser

In den Vereinigten Staaten werden bekanntlich große Mengen Eiswasser getrunken, was bei den dortigen klimatischen Verhältnissen begreiflich ist. In jedem Gasthaus stehen beliebige Mengen Eiswasser zur Verfügung, in jeder Fabrik ist dafür gesorgt, daß die Arbeiter Eiswasser trinken können. Es liegt nun nahe, zur Kühlung des Trinkwassers nicht wie früher Eis, sondern Kältemaschinen zu benutzen. Dies geschieht drüben in sehr großem Maße. Die Flüssigkeitskühler für kleine Leistungen werden etwa nach Abb. 1 gebaut. Die Kältemaschine mit luftgekühltem Verflüssiger sind unten angeordnet, oben auf befindet sich die Flasche mit der zu kühlenden Flüssigkeit, die beim Abzapfen durch einen Kühler mit unmittelbarer Verdampfung fließt. Die Flüssigkeit wird mit dem Hahn in der Mitte

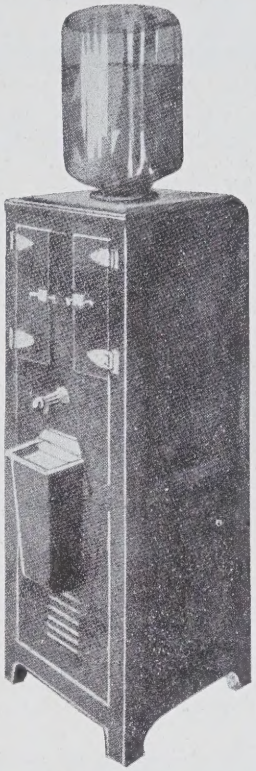


Abb. 1. Trinkwasserkühler.

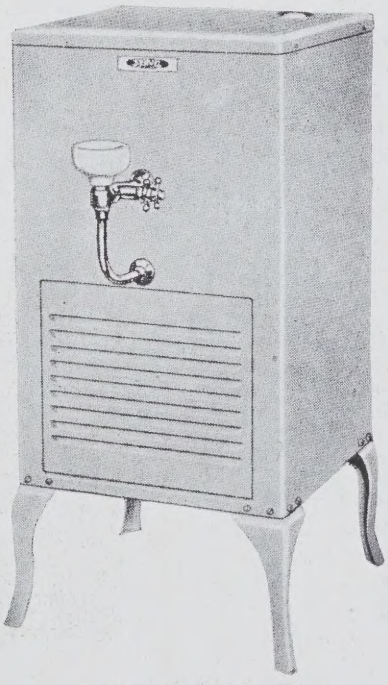


Abb. 2. Trinkwasserkühler.

abgezapft. Die abtropfende Flüssigkeit wird in dem kleinen Behälter unter dem Hahn aufgefangen. Soll Wasser und nicht Limonade und dergleichen gekühlt werden, dann verzichtet man auf das aufgesetzte Glas und schließt unmittelbar an die Wasserleitung an. Das Wasser kann durch einen Hahn in ein Glas gefüllt werden oder aber als kleiner Springbrunnen hochsteigen (Abb. 2), eine Anordnung, die

[1]) C. Bloom, Money saved in quick chilling of beef and pork. The National Provisioner 1924, February.

man auch bei uns auf Bahnhöfen und in öffentlichen Anlagen sieht. Bei diesen Sprinklerbrunnen, bei denen man zum Trinken kein Gefäß braucht, ist naturgemäß der Wasserverlust wesentlich größer als beim Einfüllen in ein Glas. Die Bauarten der zahlreichen Firmen, die diese Flüssigkeitskühler herstellen, unterscheiden sich nur wenig von einander. In einzelne ist ein kleiner Wasservorrat angeordnet, der eine gewisse Kältespeicherung gestattet. Die Kältemaschinen arbeiten natürlich vollautomatisch und meist mit Luftkühlung. In Fabrikanlagen, Hotels, Krankenhäusern wird man die Versorgung mit kaltem Wasser zentralisieren. Nach Angabe von L. K. Wright kann man mit folgendem Wasserverbrauch — für amerikanische Verhältnisse — rechnen:

| | |
|---|---|
| Büros | stündl. 1 Gallone = 4,54 Ltr. auf 8 Personen |
| Fabriken | stündl. 1 Gallone auf 4 Personen |
| Walzwerke u. dergl. | stündl. 1 Gallone auf 3 Personen |
| Restaurants | stündl. 1 Gallone auf 10 Gäste |
| Hotels | stündl. 1 Gallone auf 5 Gäste |
| Theater | stündl. 1 Gallone auf 75 Plätze |
| Schulen | stündl. 1 Gallone auf 8 Schüler |
| Brunnen | stündlich 40 Gallonen. |

Bei der Versorgung von ganzen Gebäuden muß man mit Wasserumlauf arbeiten, d. h. durch eine Pumpe wird

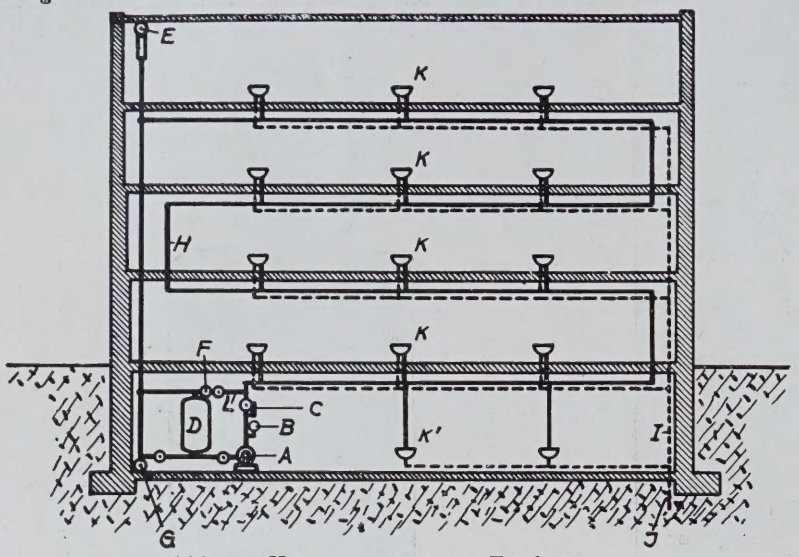



Abb. 3. Hausversorgung mit Trinkwasser.

------ Ablauf-Wasser-Leitung
——— Kaltwasser-Leitung
⊙ Ventile
*A* Wasser-Umlauf-Pumpe
*B* Druck-Manometer
*C* Thermometer
*D* Vorrats- und Kühlbehälter
*E* Luftablaßventil
*F* Druckverminderungsventil
*G* Entleerungsventil
*H* Wasser-Druckleitung
*I* Haupt-Entwässerungsleitung
*J* Zur Entwässerung
*K* Sprinkler-Brunnen
*K'* Zapfstelle
*L* Wasser-Hauptleitung

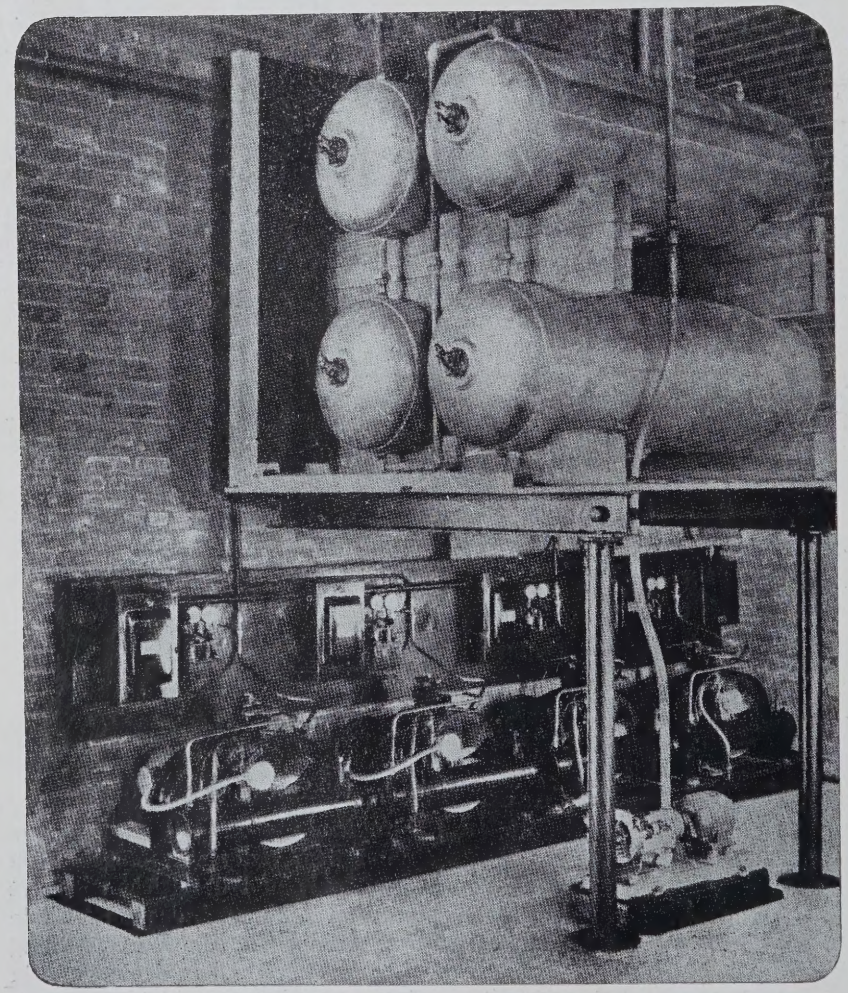


Abb. 4. Wasserkühlanlage nach dem Day and Night System.

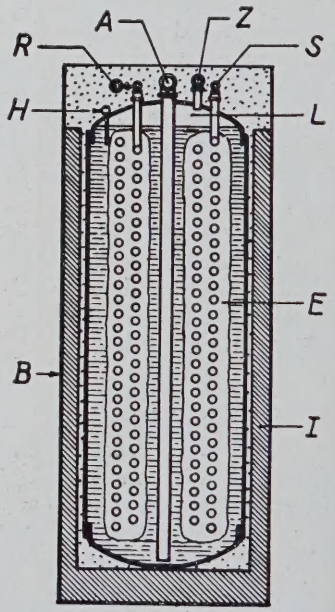



Abb. 5. Trinkwasserkühler.

*A* Kaltwasserabfluß zur Zapfstelle
*Z* Wasserzufluß
*R* Regelventil
*S* Saugleitung zum Kompressor
*L* Luftraum als Windkessel
*E* Eisansatz
*I* Isolierung
*B* Blechmantel
*H* Belüftungsventil

dauernd kaltes Wasser durch die Rohrleitung, die im übrigen so kurz wie möglich gehalten wird, gefördert. so daß also der Kühler die in die Leitung einfallende Wärme zu beseitigen hat. Außerdem hat er das verbrauchte Wasser von der Zuflußtemperatur auf Trinktemperatur zu kühlen. Abb. 3 zeigt das Schema einer solchen Anordnung. Abb. 4 zeigt die Anordnung einer Anlage nach dem »Day and Night« System in Los Angeles für eine Fabrik mit 500 Arbeitern. Das Wasser durchläuft alle 4 Behälter von je 100 Gallonen = 454 Liter hintereinander und wird in jedem etwas tiefer gekühlt. Abb. 5 ist ein Schnitt durch einen größeren stehenden Wasserkühler, der mit Eisansatz arbeitet. Kr.

# Zeitschriftenbericht.

## Kältemaschinen.

**Die Verwendung von Kältemitteln in der Kälteindustrie.** (Contribution of Chemicals to the Refrigeration Industry.[1]) J. B. Churchill. Chemical Markets, Dez. 1929. Seite 587—592.

Zu den industriell verwendeten Kältemitteln rechnet der Verfasser die folgenden: Wasser, Luft, Kohlensäure, Ammoniak, schweflige Säure, Methylchlorid, Aethylchorid, Aethan, Propan, Butan, Isobutan, Methylenchlorid, Dichloräthylen und Trichloräthylen. Bis 1925 wurden in Amerika fast nur Ammoniak und Kohlensäure verwendet. Seitdem waren es 3 Faktoren, die die Verwendung anderer Kältemittel begünstigt haben; 1) die Entwicklung der Klein-Kältemaschinen, insbesondere der Haushaltmaschinen, 2) die Tiefkühlanlagen für die chemische Industrie und 3) die Anlagen zur Kühlung von Wohn- und Aufenthaltsräumen (air conditioning).

Von den Firmen, die Haushalt-Kältemaschinen bauen, verwenden etwa 30 Methylchlorid, etwa 30 bis 35 schweflige Säure, 2 Wasser und je 1 Luft und Isobutan.

Von allen Kältemitteln sind nur Luft und Wasser physiologisch vollkommen harmlos. Die Geschichte der Kälteindustrie weist von Anfang an Unfälle, auch mit tödlichem Ausgang, beim Gebrauch von allen Kältemitteln auf. Daher haben in Amerika viele Städte besondere Bestimmungen für die Errichtungen großer Kühlanlagen zum Schutz der darin beschäftigten Arbeiter erlassen.

Als sich die Haushalt-Kältemascinen immer stärker verbreiteten und auch hier Unglücksfälle eintraten, besonders aber nach den verschiedenen Todesfällen in Chicago im Jahre 1929[1]), befaßten sich die gesetzgebenden Körperschaften verschiedener amerikanischer Städte und Staaten mit der Ausarbeitung von Sicherheitsvorschriften für die Aufstellung von Haushalt-Kältemaschinen. Bisher ist aber New-York die einzige Stadt, die solche Bestimmungen durch Verordnung vom 15. 12. 1927 bereits erlassen hat. Darin wird insbesondere die Aufstellung von Haushalt-Maschinen mit einer Füllung von mehr als 20 engl. Pfund = ca 9 kg Kältemittel streng verboten. Wenn in Chikago ähnliche Bestimmungen in Kraft gewesen wären, hätten sich die Unfälle dort nicht ereignen können; sie sind lediglich auf die Zulassung zentraler Kühlanlagen für direkte Verdampfung mit Verteilungsleitungen durch alle Stockwerke zurückzuführen.

Die American Society of Refrigerating Engineers hat ebenfalls Sicherheitsvorschriften ausgearbeitet, die wahrscheinlich bald von diesem Verein endgültig angenommen werden. Es ist zu wünschen, daß die Behörden diese Vorschriften als Muster gelten lassen, da sie sowohl den industriellen Interessen Rechnung tragen, als auch der Bevölkerung einen vollen Schutz gewähren.

In Bezug auf die Feuer- und Explosionsgefahr sind Kohlensäure und schweflige Säure völlig harmlos. Methylchlorid und Ammoniak stehen in der Mitte, die Explosionsgrenzen in Luftgemischen sind sehr eng, die Gefahr ernster Unfälle daher gering. Aethan, Propan, Butan und Aethylchlorid sind sämtlich brennbar, und es sind daher ernste Gefahren mit ihrem Gebrauch verbunden.

Es folgen nun einzelne Angaben über die Eigenschaften und den Umfang der Verwendung der verschiedenen Kältemittel in den Vereinigten Staaten. Viele dieser Angaben sind allgemein bekannt, wir beschränken uns daher auf einige wesentliche Punkte.

Von 1910 bis 1923 war schweflige Säure in Amerika das einzige für Haushalt-Kältemaschinen geeignete und greifbare Kältemittel; nach der Meinung des Verfassers erklärt dies mehr als alles andere die weite Verbreitung von schwefliger Säure in Haushalt-Kühlanlagen. Sie ist physiologisch das relativ schädlichste Kältemittel, doch bildet der ätzende Geruch ein gutes Warnungsmittel.

Methylchlorid war vor 1920 in den Vereinigten Staaten als Kältemittel nicht zugänglich. Dann wurde es durch die Roeßler and Haßlacher Company eingeführt. Im Europa galt es schon viel früher als das sicherste und geeignetste Kältemittel für die kleinen Kühlanlagen. Sowohl in Frankreich wie in Deutschland hat es die schweflige Säure als Kältemittel in Klein-Kältemaschinen größtenteils verdrängt.

Seit der Einführung des Methylchlorids in Amerika hat es eine zwar langsame aber ständig steigende Verwendung gefunden. Es wird jetzt nicht nur in Haushaltmaschinen, sondern auch in den Anlagen für das Kleingewerbe verwendet und dürfte für Kälteleistungen von 150 bis 15000 kcal/h geeignet sein. Im Handel ist es in einer Reinheit von 99,5 % und höher zu haben.

Aethylchlorid hat als Kältemittel zwei hervorstechende Nachteile: 1) es ist sehr stark brennbar und hat dadurch bei seiner Verwendung in Haushalt-Kältemaschinen mehrere schwere Unglücksfälle verursacht; 2) die Saugseite der Maschine arbeitet dauernd bei Unterdruck. Vor einigen Jahren stellten in Amerika 6 bis 8 Firmen Kältemaschinen für Aethlchlorid her. Soweit der Verfasser unterrichtet ist, verwendet jetzt nur noch eine Firma dieses Kältemittel. Man hat versucht, die Feuersgefahr durch Vermischen des Aethlchlorids mit Methylbromid zu verringern. Solche Mischungen waren unter dem Handelsnamen »Methide« käuflich. Der unglückliche Ausgang dieses Versuchs, welcher bei einer zentralen Kühlanlage in Danbury in Connecticut zwei Todesfälle und einen schweren Krankheitsfall im Gefolge hatte, setzte allen Bestrebungen mit dieser Kältemischung ein Ende.

[1]) Vgl. R. Plank, diese Zeitschrift, Dezember 1929, S. 234.

Ein Werk der Carbon & Carbide Chemical Company hat eine Anzahl Kohlenwasserstoffe als Kältemittel zugänglich gemacht. Diese Fabrik gewinnt die Kohlenwasserstoffe in sehr reiner Form aus Naturgas durch Kondensation und nachfolgende fraktionierte Destillation. Für Haushalt-Kältemaschinen hat Isobutan eine gewisse Verbreitung gefunden. Aethan und Propan sind für die Erzeugung tiefer Temperaturen in industriellen Kühlanlagen, wo geeignete Sicherheitsmaßnahmen gegen Feuer- und Explosionsgefahr getroffen werden können vorzüglich geeignet; viele große Anlagen verwenden heute diese Kältemittel.

Die Verwendung von Methylenchlorid und Dichloraethylen ist fast ausschließlich auf Anlagen zur Kühlung von Wohn- und Aufenthaltsräumen beschränkt, wo keine sehr tiefen Temperaturen verlangt und Turbokompressoren verwendet werden.

Der Verfasser kommt zu folgender Zusammenfassung:

Man kann bestimmt erwarten, daß der Verbrauch an Ammoniak in den nächsten Jahren etwa im gleichen Verhältnis steigen wird, wie die Kälteleistung der Kühlanlagen. Der jährliche Absatz dürfte von dem gegenwärtigen Stande von 12000 bis 13500 Tonnen bis auf 20000 bis 22500 Tonnen im Jahre 1940 steigen.

Der Verfasser zögert, ein Urteil über die zukünftige Entwicklung der Kältemittel für Haushaltzwecke abzugeben. Nach seiner eigenen Meinung und derjenigen mancher älteren und erfahrenen Fachingenieure wird der Absatz von schwefliger Säure als Kältemittel in den nächsten zwei oder drei Jahren steigen und dann allmählich absinken, während gegebenenfalls Methylchlorid als fast universelles Kältemittel auf diesem Gebiet in Aufnahme kommen und sich denselben Platz erobern wird, wie Ammoniak in den Großkühlanlagen.

R. Plank, Karlsruhe.

## Kälteverwendung.

**Moderne Schnellgefrierverfahren.** Vortrag, gehalten von Prof. Dr. R. Plank am 22. 8. 29 in Paris beim Kongreß der internationalen Gesellschaften zur Ausbeutung des Gefrierverfahrens von Ottesen. Bulletin international de renseignements frigorifiques. Januar-Februar 1930. Nr. 12452.

Zur Erhöhung der Gefriergeschwindigkeit, die zur Erhaltung der Gewebe unerläßlich ist, kann man

1. die Temperatur des umgebenden Mittel absenken,
2. die Oberfläche der zu gefrierenden Stücke im Verhältnis zu ihrem Gewicht vergrößern,
3. die Wärmeübergangszahl vergrößern.

Das erste Verfahren ist teuer, außerdem wird ein großer Teil des Wassers der kolloidalen Substanz des Muskelplasmas in nichtumkehrbarer Weise ausgefroren. Das zweite Verfahren ist nicht immer anwendbar und mit Rücksicht auf die Verluste oft nicht zulässig. Das dritte Verfahren erscheint am aussichtsreichsten. Bekanntlich hat Ottesen vorgeschlagen, die zu gefrierenden Körper mit kalter, in der Nähe ihres Gefrierpunktes befindlichen Sole in unmittelbare Berührung zu bringen. Diese Berührung kann erfolgen durch Eintauchen in Sole, durch Berieseln mit Sole und durch Zerstäuben kalter Sole in die Luft des Kühlraums. Das erste Verfahren ist von Ottesen konstruktiv ausgebildet worden.

Das Verfahren der Berieselung wird gewöhnlich nach dem Amerikaner Taylor benannt, obwohl es der deutsche Ingenieur L. Hirsch, Berlin, zuerst in DRP. 335871 angegeben hat. Nach Angabe von Hirsch werden die Stücke aufgehängt und berieselt, wobei sich beim Aufprallen ein sehr guter Wärmeaustausch ergibt, der sich aber beim Herablaufen stark vermindert Es besteht die Gefahr, daß einzelne Tropfen sich erwärmen und daß dann das Salz in das Gewebe eindringt. Es ist daher notwendig, die Stücke mit Sole zu überschwemmen. Der Vortragende hat eine Fischgefrieranlage, die nach diesem Verfahren arbeitet, in Asow, Südrußland, gesehen. Selbst bei sehr starker Berieselung war die Gefrierdauer 30 bis 50 % größer als beim Eintauchen in Sole von gleicher Temperatur. Außerdem schlägt sich in der Sole sehr viel Feuchtigkeit aus der Luft nieder, sodaß sie sehr oft verstärkt werden muß. H. F. Taylor hat das Berieselungsverfahren verlassen. G. Janzen, Stralsund, verpackt die Fische vor dem Gefrieren in Kisten, deren Decke und Boden durch Drahtnetz gebildet werden, und berieselt sie dann. Das Verfahren hat den Vorteil, daß die Fische beim Gefrieren gerade bleiben und daß der verfügbare Raum sehr gut ausgenutzt wird. Nach Ansicht des Vortragenden besteht aber die Gefahr, daß Solereste zwischen den Fischen verbleiben oder doch so langsam abfließen, daß das Salz in die Fische eindringt.

Die Zerstäubung der Sole nach Zarotschenzeff (vergleiche diese Zeitschrift 1929, Seite 74) hat bei Versuchen auf dem Dampfer Najade gute Ergebnisse geliefert. Der Vortragende hat bisher nicht Gelegenheit gehabt, eine Anlage dieses Systems zu prüfen. Das Gefrieren mit zerstäubter Sole dürfte in seinen Eigenschaften zwischen dem Gefrieren in Luft und demjenigen in Sole nach Ottesen liegen. Im übrigen muß auch bei den Berieselungsverfahren die Konzentration der Sole den Vorschriften Ottesens entsprechen, d. h. nahezu auf der Eiskurve liegen.

Der Vortragende beschreibt alsdann kurz die Ottesen-Anlage der San Juan Fishing Comany in Seattle (U. S. A.), die seit 1927 in Betrieb ist. Jeder Aufnehmer besteht aus einer Trommel aus Drahtgewebe mit Böden aus gelochtem, verzinktem Blech und ist der Länge nach durch Scheidewände in 12 Teile geteilt, von denen jede durch achsiale Flächen in 3 Teile geteilt wird. Die Trommeln haben Durchmesser von 1,5 bis 1,8 m, eine Länge von 4,5 m und einen Rauminhalt von 8 bis 11 $m^3$. Sie werden mit 2500 bis 3500 kg Fischen gefüllt, was 300 kg/$m^3$ entspricht. Diese Belastung erscheint nach in Europa gemachten Erfahrungen sehr hoch. Die Fische werden stark aneinander gepreßt und die Gefrierdauer wird dadurch unnötig verlängert. Man sollte nicht über 200 kg/$m^3$ gehen. Die Trommel liegt in einem offenen Behälter, und die Sole wird in starkem Strahl in sie hinein gespritzt; die Trommel rotiert mit 1 Umdreh./min. In Sole von —20 bis —22° gefriert ein Heilbutt von 7 kg Gewicht in 2 bis 2½ Stunden, ein gleich schwerer Lachs in 3 Stunden. Der Sole sind 5 bis 10 % Glyzerin zugefügt. Nach dem Gefrieren werden die Fische mit lauwarmem Wasser abgespült und später glasiert. Die Lagertemperatur beträgt —12 bis —15° C.

Die Salzlösung kann durch Abspülen nicht völlig entfernt werden, und die zurückbleibenden Spuren

verursachen bei längerer Lagerung Veränderungen der Farbe; insbesondere werden die vorher roten Kiemen braun, rote Fische werden blaß, die Haut verliert ihren Glanz, das Fleisch von Warmblütlern wird an den Schnittflächen braun. Dadurch wird der Marktwert des Gutes vermindert. Auch ist die erreichbare Temperatur von — 21° nicht genügend tief für sehr große Fische und Rinderviertel. Durch Zusatz von Glyzerin kommt man etwas tiefer, aber Glyzerin ist teuer und hat einen süßlichen Geschmack.

Diese Erscheinungen, deren Tragweite man nicht überschätzen soll, haben zu neuen Maßnahmen geführt. Die Danske Frysnings Compagni in Kopenhagen kühlt die Fische erst in Luft von — 15 bis — 20° ab, glasiert sie und friert sie dann in Sole durch. Versuche in Karlsruhe haben die Wirksamkeit der vorläufigen Glasur erwiesen, besonders für teure Fische, ebenso wie die Erfahrungen in Lorient und Honnigsvaag. Sie vermindert auch die Erwärmung der Sole beim Eintauchen der Fische und damit die osmotischen Wirkungen. Aber Platzbedarf, Anlage- und Betriebskosten werden vergrößert. Für billige Massenfische ist das Verfahren zu kostspielig.

Bei dem Verfahren von Petersen werden die Fische in Behälter ähnlich den Eiszellen gefüllt und danach mit einem Holzhammer zusammengepreßt. Die Fische werden dabei stark verletzt und verlieren nach dem Auftauen viel Saft. Große Fische werden einzeln in ihrer Form angepaßte Behälter gebracht, sodaß der Fisch mit einem großen Teil seiner Oberfläche an der Wandung anliegt. Dies Verfahren ist aber viel zu teuer. In Bay City kostet das Gefrieren in Blöcken 80 bis 100 RM. je Tonne, und in Einzelbehältern 160 bis 180 RM. Die Fischblöcke sind 700 mm lang, 450 mm breit und 50 bis 100 mm dick und schwach konisch. Vier bis acht Zellen werden in einen Rahmen eingesetzt. Die Chlorkalziumsole hat — 30 bis — 35° C, entsprechend — 40° C des verdampfenden Kältemittels. Infolgedessen braucht man große Maschinen mit erheblichem Energieverbrauch. Blöcke von 10 cm Dicke sollen in 2½ Stunden durchfrieren.

Die Atlantic Coast Fisheries Co. gefriert nach Vorschlag von A. H. Cooke nur die Filets der Fische, von denen 10 Pfund, 1 Zoll dick, in eine flache Aluminiumpfanne getan werden. Diese Pfannen werden zu je zweien in einen Rahmen aus gegossenem Aluminium geschoben, dessen Decke, Boden und Seitenwände von Sole von — 25 bis — 30° C umspült wird. Fünf solcher Rahmen sind übereinander angeordnet. Die Blöcke von 1 Zoll Stärke sollen in 50 Minuten durchgefroren werden.

Bei einer andern Ausführung sind 12 von Sole gekühlte Abteilungen übereinander angeordnet, in denen die Fische auf Aluminiumschalen gefroren werden. Sind die Fische gefroren, so wird die kalte Sole durch warme ersetzt, sodaß man die Behälter entfernen kann.

Ferner beschreibt der Vortragende das Verfahren von Birdseye (Vergleiche Seite 145, 1929 dieser Zeitschrift). Nach diesem Verfahren werden zwei Zoll starke Stücke in etwa 70 Minuten durchgefroren Ferner wird auf das Verfahren von H. F. Taylor eingegangen, über das in unserer Zeitschrift 1928 Seite 188 berichtet worden ist. Die Verfahren von Cooke und Birdseye sind ausgezeichnet für Fischfilets. Für große Fische und Rinderviertel sind sie nicht geeignet. Aber auch für kleine Stücke wird der Erfolg nur erreicht durch Anwendung sehr tiefer Soletemperaturen, deren Erzeugung in Amerika indessen keinerlei wirtschaftliche Schwierigkeiten bereitet, für europäische Verhältnisse aber bedenklich ist.

Im weiteren wird auf das Tiefkühlschiff „Volkswohl« eingegangen. (Vergl. ds. Zeitschr. Heft 2, 1930).

Bei Ausübung des Ottesenverfahrens bildet sich in der Sole viel Schaum. Als Mittel dagegen kommen in Betracht: Neutralisation der alkalischen Lösung durch Zufügen von so wenig Salzsäure, daß keineswegs eine saure Reaktion auftritt. Zur Verminderung der Oberflächenspannung hat F. Janzen ein unschädliches Mittel angegeben, daß den Schaum überraschend schnell beseitigt. Badilkes hat festgestellt, daß der Kältebedarf beim Gefrieren in Sole wesentlich geringer ist als beim Gefrieren in Luft, das würde bedeuten, daß weniger Wasser ausfriert als dem der Temperatur entsprechendem Gleichgewicht entspricht. Das verbleibende Wasser muß offenbar beim Lagern erstarren. Daraus würde sich eine andere Verteilung des Kältebedarfes ergeben. Die Möglichkeit solcher Unterschiede ergibt sich aus der Temperatur — Zeitlinie. Bei langsamer Kühlung bleibt die Temperatur im Fleisch bei — 1° C lange Zeit konstant, bei rascher Kühlung hat sie gerade nur eine Wendetangente. R. Heiß in Karlsruhe ist mit diesbezüglichen kalorimetrischen Messungen beschäftigt.

Ueber die Verfärbung des Fleisches hat schon Oestert (vergl. erstes Beiheft, Reihe 3, Heft 1 dieser Zeitschrift) gearbeitet. Bei seinen neuen Versuchen geht R. Heiß von der Tatsache aus, das Kohlenoxydgas große Affinität zum Hämoglobin hat und daß die Verbindung etwa die gleiche Farbe hat wie das reine Hämoglobin. Auch diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, haben aber schon sehr bemerkenswerte Ergebnisse geliefert. Man ist sich natürlich bewußt, daß Kohlenoxyd giftig ist und das Begasen unter entsprechenden Vorsichtsmaßregeln erfolgen muß. — Es bleiben noch eine Reihe von Problemen zu lösen, z. B. das Filtern und Geruchlosmachen der Sole. Ferner sind die günstigsten Lagerungsbedingungen für fette Fische noch nicht klargestellt.

## Bücherbericht

**Moran, T. und Smith, E. C. Postmortem Changes in Animal Tissues-The Conditioning or Ripening of Beef.** (Food Investigation Spezial Report Nr. 36, London 1929).

In dieser 64 Seiten starken, mit 26 Abbildungen und graphischen Darstellungen ausgestatteten Druckschrift erörtern die beiden Verfasser auf Grund der vorhandenen Literaturangaben und eigener Untersuchungen die mannigfachen Veränderungen, die sich im Fleisch nach dem Schlachten der Tiere abspielen, und im Anschluß daran die Bedingungen, die zur Erzielung der Fleischreifung einzuhalten sind.

In einem einleitenden Abschnitt wird der feinere Bau des Fleisches, im besonderen der Muskelfasern, des Bindegewebes und Fettes, beschrieben, dann werden die Vorgänge beim Eintritt und bei der Lösung der Totenstarre sowie bei der sog. Reifung des Fleisches dargestellt.

Im ersten Teil wird die Behandlung des Schlachtviehs vor und nach der Schlachtung in den privaten,

in den öffentlichen und in den genossenschaftlichen Schlachthäusern besprochen. Im zweiten Teil erfährt die gesamte Weiterbehandlung des Fleisches unter Berücksichtigung aller Veränderungen, die dabei in den Bestandteilen des Fleisches eintreten können, eine eingehende Darstellung. Im einzelnen werden besprochen der Vorgang des Auskühlens, die Gründe, die für ein schnelles Auskühlenlassen sprechen (Verhinderung des Verderbens an den Knochen, des Ranzigwerdens des Fettes und bakterieller Zersetzungen), die praktische Handhabung des Auskühlenlassens (bei gewöhnlicher Temperatur und bei künstlicher Kühlung), die bakteriellen Zersetzungen im Fleisch, das sich auch in den Versuchen der Verfasser als ausgezeichneter Nährboden für alle möglichen Mikroorganismen erwies, die physikalischen Veränderungen wie Eintrocknen, Feuchtwerden, Minderung des guten Aussehens, Farbumschlag, und endlich die chemischen Umsetzungen, die die Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate erfahren können.

Im dritten Teil wird das Wesen der Schmackhaftigkeit des Fleisches, deren Voraussetzungen und eine Reihe praktischer Versuche über diese Frage erörtert.

Die Verfasser kommen zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Das Ergebnis der Reifung des Fleisches ist stets die Zunahme seiner Schmackhaftigkeit, besonders seiner Zartheit. Diese Verbesserung kommt bei grobfaserigem Fleisch mehr zur Geltung als bei erstklassigen Stücken.

2. Das Fleisch kann 17 Tage lang, ohne Schaden zu leiden, bei einer Temperatur von 0 bis 5 Grad C hängen bleiben, wobei die Verbesserung der Schmackhaftigkeit durch die Reifung eintritt.

In zentralen Anlagen, z. B. in öffentlichen Schlachthäusern, soll das Fleisch nach folgendem Schema behandelt werden:

1. Kühlung der Tierkörper für 1 bis 2 Tage bei 0,5 unter bis 0,5 über 0 Grad C.

2. Weiteres Abhängenlassen des Fleisches in Hälften oder Vierteln bei einer Temperatur von 2 bis 3 Grad C.

3. Vor der Ausgabe an die Kleinhandelsgeschäfte oder wenigstens vor dem Zerteilen in kleine Stücke soll das Fleisch etwa 24 Stunden lang bei Außentemperatur, oder falls diese zu hoch ist, bei etwa 4 bis 7 Grad C hängen bleiben.

Von besonderem Interesse dürften die von den Verfassern im Anhang ihrer Druckschrift mitgeteilten Versuche über die Frage sein, ob in der Schmackhaftigkeit ein Unterschied zwischen nicht gefrorenem, nur leicht gefrorenem und hart gefrorenem Fleisch festgestellt werden kann.

Zur Klärung dieser Frage wurden drei Reihen von Versuchen angestellt, zu denen die Lendenstücke bester englischer Ochsen der Aberdeen-Angusrasse im Alter von 2 bis 3 Jahren verwendet wurden. Die Versuchsstücke wurden 24 Stunden nach der Schlachtung herausgeschnitten. Zu jedem Versuch wurden drei Stücke verwendet: ein Stück als Kontrolle, gehalten bei 0,5 Grad C, ein Stück gefroren bei 2,2 Grad C unter Null und ein drittes Stück, gefroren bei —10 bis —11 Grad C. Im ersten und dritten Versuch wurden die Stücke sieben Tage, im zweiten Versuch 8 Tage bei den betreffenden Temperaturen aufbewahrt. Vor der Zubereitung wurden sie für 48 Stunden in eine Temperatur von 4,8 Grad C übergeführt, wobei sie auftauten, denn das Gewicht der Versuchsstücke betrug nur 10 englische Pfund.

Die Stücke wurden unter streng einheitlichen Bedingungen gekocht und von fünf Personen auf Zartheit, Wohlgeschmack und Saftigkeit sowohl im kalten wie im warmen Zustand geprüft. Das Ergebnis dieser sehr genau durchgeführten Versuche war, daß kein merklicher Unterschied in der Schmackhaftigkeit der drei Fleischsorten ermittelt werden konnte.

Zur Erklärung dieses der allgemeinen Auffassung über die Schmackhaftigkeit gefrorenen Fleisches zuwiderlaufenden Ergebnisses führen die Verfasser folgendes an:

1. Das verwendete Fleisch war von feinster Qualität und sicherlich besser als der Durchschnitt des eingeführten Gefrierfleisches.

2. Das Fleisch war sehr schonend aufgetaut worden, ein Verfahren, das bekanntlich die durch das Gefrieren entstehenden Nachteile ausgleicht.

3. Es waren zu den Versuchen nur Lendenstücke verwendet worden; ob man ebenso günstige Ergebnisse mit anderen, weniger guten Stücken erhalten würde, müßten weitere Versuche zeigen.

4. Die Stücke waren nur wenige Tage im gefrorenen Zustand verblieben, während das Gefrierfleisch des Handels mindestens 2 bis 3 Monate hartgefroren bleibt. Dieser Umstand ist, wenn auch das Fleisch im gefrorenen Zustand nur geringe Veränderungen erleidet, von großer Bedeutung, ebenso die Tatsache, daß während der Versuche eine gleichmäßige Temperatur eingehalten wurde.

Dr. Kallert, Hamburg.

**Zwei Jahre Bauforschung.** Bericht über die Tätigkeit der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen in den Jahren 1928 und 1929 von Regierungs- und Baurat Lübbert (Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S. 14, 112 Seiten, Preis 4.— RM).

Der Bericht läßt erkennen, wie groß und vielfältig die Aufgaben der Bauforschung sind. Die Reichsforschungsgesellschaft hat in ihrer zweijährigen Tätigkeit natürlich nur einen Teil davon bearbeiten können, und auch hierbei sind, wie es im Wesen wissenschaftlicher Forschung liegt, erst bei einer Anzahl von Untersuchungsgebieten abschließende Ergebnisse bzw. praktisch verwertbare Teilergebnisse erzielt worden. Diese werden eingehend dargestellt und durch Ausführungen über die angewandten Arbeitsweisen ergänzt. Es wird auch zu der Kritik an den Arbeiten der Reichsforschungsgesellschaft und zu den Sonderwünschen der Bauwirtschaft ausführlich Stellung genommen. Im zweiten Teil gibt der Bericht programmatische Zusammenstellungen der wissenschaftlichen Aufgaben und praktischen Versuche auf den einzelnen Gebieten der Bauforschung, die reiche Anregungen vermitteln.

Gleichzeitig legt die Reichsforschungsgesellschaft ein ausführliches Sach- und Namenverzeichnis (Indexverzeichnis) für die Veröffentlichungen 1928/29 vor (Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S. 14, 65 Seiten, Preis 2,50 RM), das als Nachschlagewerk für die praktische Brauchbarkeit der bisher erschienenen zahlreichen Veröffentlichungen der Rfg ein wertvolles Hilfsmittel bildet.

**Achema-Jahrbuch 1928/30.** Berichte über Stand und Entwicklung des chemischen Apparatewesens. Herausgegeben unter Mitwirkung von Fachgenossen aus Wissenschaft und Technik von Dr. phil., Dr. Ing. e. h. Max Buchner, Hannover. Berlin 1930, Verlag Chemie G. m. b. H. Preis 10.— RM.

Das Achema-Jahrbuch 1928/30 soll den Besucher auf die Jubiläums-Achema VI vorbereiten, die vom 10. bis 22. Juni 1930 zu Frankfurt a. M. auf einer Bodenfläche von 20000 $m^2$ die bisher größte chemische Apparateschau der Welt darstellen wird.

Der Schöpfer der Achema und Herausgeber des Jahrbuches, Max Buchner, schildert in dem Rückblick »Zehn Jahre Achema« die Entstehung der ersten Hannoverschen Achema 1920 und die Aufwärtsbewegung über Stuttgart (1921), Hamburg (1922), Nürnberg (1925) und Essen (1927).

Im wissenschaftlichen Teil des Jahrbuches berichtet Dr. Ing. Kirschbaum, Karlsruhe, wie nunmehr auch in Deutschland das chemische Ingenieurwesen als technisches Hochschulfach mit organisiertem Studienplan eingeführt ist, sodaß auch der deutsche »Chemie-Ingenieur« bald einen wichtigen Berufsstand vertreten wird. Im Hinblick auf eine vorgesehene Sonderfachausstellung im Rahmen der Achema VI behandelt H. Jentgen, Berlin, die maschinellen Probleme der Kunstseideindustrie. A. Traub, Berlin, gibt einen Ueberblick über Vorteile, Möglichkeiten und Grenzen der Normung des chemischen Großapparatebaues, und die Normung der Laboratoriumsgeräte wird von Dr. U. Ehrhardt, Bitterfeld, systematisch dargestellt.

Im technisch-industriellen Teil bietet eine große Anzahl von Ausstellerfirmen eine Vorschau auf wichtige Ausstellungsgegenstände.

Das Bezugsquellenregister ist mit etwa 1200 Stichworten ausgebaut worden.

**M. Dolch. Betriebsmittelkunde für Chemiker.** Ein Lehrbuch der Allgemeinen Chemischen Technologie. Leipzig bei Otto Spamer. 336 Seiten, 291 Abb. Preis geheftet RM. 18,— gebunden RM. 20,—.

Das Buch hat den Zweck, dem Studenten der Chemie einen systematischen Ueberblick über die in seiner Industrie gebrauchten Maschinen und Apparate zu geben. Die Aufgabe kann nur gelöst werden, wenn man sich auf das Wesentliche beschränkt, sich nicht an die Zufälligkeiten der praktischen Ausführung, sondern an die der Maschine zu Grunde liegenden Idee hält. Aus diesem Grunde sind fast alle Abbildungen mit Recht schematisch gehalten. Das Buch gliedert sich in 2 Hauptabschnitte. In dem ersten »Materialbewegung« werden die Transportvorrichtungen für feste Stoffe, Flüssigkeiten, Gase und Dämpfe behandelt, im zweiten »Materialumsetzung« die Umsetzungen mechanischer Art, wie Zerkleinern, Sieben, Mischen usw. sowie die Umsetzungen unter Wärmezufuhr bezw. Wärmeabfuhr, also Feuerungen, Kessel, Trocknen, Destillieren, Schmelzen, Kühlen usw.

Der Verfasser beschreibt eine große Fülle von Maschinen in klarer und anschaulicher Weise. Und wenn auch im Einzelnen gelegentlich Irrtümer unterlaufen, tut das dem Werte des Buches keinen Abbruch. Die Kältetechnik ist natürlich im Rahmen des Ganzen nur kurz behandelt. Aber gerade die Ausführungen über Krystallisation sind recht interessant und nützlich für den Kältetechniker. Krause.

# Wirtschaftliche Nachrichten.

**Gesellschaft für Lindes Eismaschinen.**

Dem Geschäftsbericht für 1929 entnehmen wir: Der Reingewinn beträgt bei 45 Millionen Mark Umsatz, 8,5 Millionen Unkosten und 2,4 Millionen Abschreibungen 3,2 Millionen RM., aus dem 15 % Dividende auf 16,5 Millionen Aktienkapital ausgeschüttet werden. Der Umsatz an Kältemaschinen im Ausland ist um 10 % gestiegen, aber noch unbefriedigend. Eine Besserung ist vorerst nicht zu erwarten. Der Umsatz im Inland verminderte sich um 20 % unter Einfluß der ungünstigen Konjunktur. Der übergroße Wettbewerb beeinflußte die Preise ungünstig. Die Abteilung B für Gasverflüssigung war gut beschäftigt, vorwiegend mit Anlagen zur Gewinnung von Wasserstoff-Stickstoffgemischen für die Ammoniaksynthese. Der Brandschaden des Acetylenwerkes in Borsigwalde ist größtenteils durch Versicherung gedeckt. Das neue Acetylenwerk in Magdeburg ist fertig gestellt. Abt. C, Maschinenfabrik Sürth, war voll beschäftigt. Im Berichtsjahre wurde der Bau von luftgekühlten Kälteautomaten mit Leistungen bis herab zu 200 kcal/h aufgenommen. Abteilung D, Güldnermotoren-Werke, Aschaffenburg. Das Werk wurde ganz übernommen. Neben Viertaktmotoren werden jetzt auch Zweitaktmotoren gebaut.

# Patentberichte.

**Anmeldungen.**

17a, 16. H. 122178. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz. Am Fenn 14. Oelrückführung an Kältemaschinen, 22. 6. 29.

17a, 16. M. 102955. Maschinenfabrik Sürth Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Sürth bei Köln. Verfahren zum selbsttätigen Zurückführen des Schmiermittels aus dem Verdampfer einer Kompressions-Kältemaschine. 14. 1. 28.

17a, 18. S. 85326. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Mit einer Kältemaschine versehener Kühlschrank. 27. 4. 28.

17b, 3. G. 74676. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, Akt.-Ges., Wiesbaden, Hildastr. 4—10. Verfahren und Einrichtung zum Erzeugen von Klareis mittels Einblasen von Luft. 31. 10. 28.

17a, 8. M. 109792. Guido Maiuri und Raoul Felice Bossini, London; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Absorptionskältemaschine. 23. 4. 29.

17a, 13. H. 115770. Dipl.-Ing. M. Hirsch, Frankfurt a. M., Im Trutz 29. Wärmeaustauschvorrichtung, vorzugsweise für Kälteanlagen. 19. 3. 28.

17f, 5. B. 139856. Bergedorfer Eisenwerk A.-G., Sande bei Bergedorf-Hamburg. Wärmeaustauscher. 19. 10. 28.

17a, 4. W. 75414. Robert Wahl, Balingen, Württ. Einrichtung zur Betriebssicherung von Kompressionskältemaschinen. 21. 3. 27.

17f, 2. M. 97069. Maschinenfabrik Sürth Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Sürth bei Köln. Einrichtung zum Tiefkühlen von Milch und anderen Getränken. 20. 11. 26.

17g, 5. 92808. Société Anonyme d'Applications des Gaz Liquéfiés, Paris; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler, E. Maemecke und Dipl.-Ing. B. Wehr, Patent-Anwälte, Berlin SW 61. Vorrichtung zum Entleeren und Füllen von Flaschen; Zus. z. Pat. 443063. 16. 7. 29. Frankreich 5. 9. 28.

17a, 5. A. 52943. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kältemaschine. 11. 1. 28.

17a, 8. A. 52888. Aktiebolaget Sveaexport, Stockholm; Vertr.: Dipl.-Ing. F. Neubauer, Pat.-Anwalt, Berlin W 9. Absorptionskühlmaschine. 3. 1. 28.

17g, 5. St. 43228. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestraße 39. Verfahren zur Bereitung von Preßgasen verschiedenen, regelbaren Druckes aus ihrem flüssigen Aggregatzustand; Zus. z. Anm. St. 41675. 20. 9. 27.

### Erteilungen.

17a, 3. 496883. Philipp Conrady, Oberursel, Taunus. Abdichtung für die Antriebswelle von Kompressoren, insbes. für Kältemaschinen. 29. 9. 25. C. 37232.

17a, 8. 496987. Karl Spieth, Eßlingen a. N. Verfahren zur Kälteerzeugung nach dem Absorptions-Diffusionsprinzip. 5. 11. 26. S. 76857.

17a, 10. 496988. N. V. The Kodowa Refrigerator Comp. Haag, Holland; Vertr.: Dr. H. Respondek, Pat.-Anwalt, Berlin-Halensee. Vorrichtung zum Regeln der Strömung des Kühlwassers bei Absorptionskältemaschinen. 1. 1. 29. N. 29777 Großbritannien 2. 1. 28.

17b, 2. 497247. Fabrik für Brauerei- und Kältemaschinen-Bedarf Anton Hurtz, Bregell bei Düsseldorf. Eiszelle 10. 7. 28. F. 66413.

17b, 6. 496906. Antoni Ebbesen Bruun und Anders Almind Nedergaard, Aarhus, Dänemark; Vertr.: Dr. Bernhard Mathes, Hamburg 5, Böckmannstr. 1a. Kontinuierlich arbeitende, stehende Gefriermaschine für Speiseeis. 13. 1. 28. B. 135338.

17f, 11. 496733. Dr.-Ing. e. h. Hugo Junkers, Dessau, Kaiserplatz 21. Rippenrohr-Wärmeaustauschvorrichtung mit aus Blech von überall gleicher Dicke hergestellten Rippen. 27. 10. 28. J. 35894.

17a, 8. 497571. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Kondensierung von Gasen, Gasgemischen oder der aus dem Kocher mitgeführten Dämpfen des Absorptionsmittels bei Absorptionskälteapparaten; Zus. z. Pat. 493989. 29. 12. 26. P. 54269.

17a, 8. 497332. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine. 24. 4. 25. S. 69735.

17a, 8. 497333. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine. 10. 1. 29. S. 89305.

17b, 3. 497792. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Wiesbaden. Verfahren zum Erzeugen von Klareis durch Einleiten eines ununterbrochenen Luftstromes. 26. 2. 28. G. 72618.

17c, 2. 497722. Dr. Peter Schlumbohm. Berlin W 15, Pariser Str. 32. Kühlgerät. 6. 1. 29. Sch. 88917.

17g, 5. 497984. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestraße 39. Transport- oder Druckgefäß für schwer verflüssigbare Gase. 23. 12. 26. St. 41988.

17a, 1. 498363. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz, Dresden. Kältemaschine mit Verbundkompressor. 14. 11. 28. S. 88367.

17a, 4. 498139. Brown, Boverie & Cie Akt.-Ges., Mannheim O 4, 8/9. Regelvorrichtung für Kältemaschinen; Zus. z. Pat. 491791. 27. 2. 29. B. 142155.

17a, 9. 498055. Edmund Ethelbert Allyne, Cleveland Heights, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anwalt, Berlin SW 11. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 23. 1. 27. A. 49858.

17c, 3. 498413. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolaget, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Teilweise mit Rippen versehener Kühlkörper für in Kühlschränke eingebaute Kältemaschinen. 4. 8. 26. P. 53348.

### Löschungen.

17a 467792, 472125, 456,691, 329965
c 486300, 255075
d 417064, 239419, 251941
e 345374
f 486955, 441213
g 439142, 439873, 486915, 401904

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17a. 1115798. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Thermostatvorrichtung für Kühlschränke oder dergleichen. 30. 3. 28. P. 48842.

17a. 1115799. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Diplom-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zum wahlweisen Abstellen der Wirkung eines Thermostaten. 30. 3. 28. P. 607.30.

17a. 1115800. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertreter: W. Zimmermann und Diplom-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Thermostatvorrichtung. 30. 3. 28. P. 608.30.

17a. 1116743. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Kompressionskältemaschine. 19. 10. 28. S. 71203.

17c. 1115937. N. V. Midden-Europeesche Octrooimaatschappij, Amsterdam; Vertreter: A. Weickmann, Diplom-Ing. F. Weickman, Pat.-Anwälte, München. Trockeneiskonservator. 18. 3. 30. N. 395.30

17c. 1116638. Dr. Otto Liesegang, Berlin W 35, Karlsbad 21. Kühlschrank. 8. 2. 30. L. 3603.0.

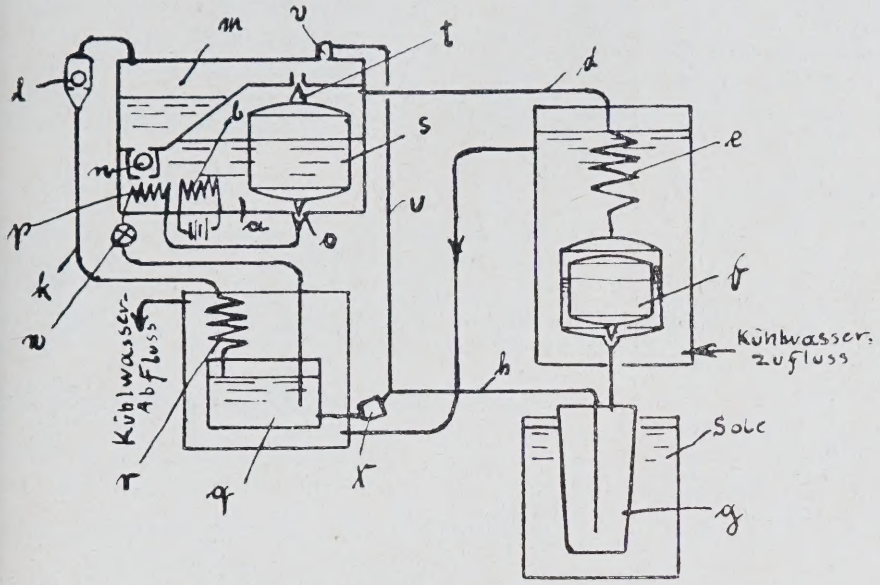
17c. 1118674. Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim O 4, 8-9. Kälteanlage. 8. 2. 27. B. 121.442.

### Verlängerung der Schutzfrist.

17a. 1099964, 1099965
17c. 1000739, 1118674
17f. 1097303, 1101345

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 9. 482785. Absorptionskältemaschine. Georg H. Meyer in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 13. August 1926 ab.



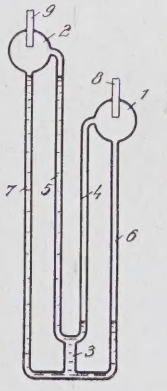

Oberhalb des Kochers (*a*) wird ein besonderer Speicherraum (*m*) angeordnet, in den das Absorptionsgemisch aus dem Absorptionsbehälter durch den Kocherdruck gedrückt wird und der nach Maßgabe des Flüssigkeitstandes im Kocher durch das Schwimmerventil periodisch abwechselnd mit dem Dampfraum des Kochers verbunden und abgesperrt wird, wobei während der letzteren Periode die im Speicherraum befindliche reiche Lösung nach erfolgtem Druckausgleich vermöge ihres Gewichtes in den Kocherraum durch eine besondere Leitung abfließt.

Zu Beginn des Betriebes ist der Kocher so hoch mit Flüssigkeit gefüllt, daß das obere Ventil *t* durch den Schwimmer *s* geschlossen gehalten wird, während die Verbindung des Kochers *a* mit dem Absorber *q* zu Beginn des Betriebes durch ein von Hand zu bedienendes Ventil *w* unterbrochen ist. Um die Maschine in Betrieb zu setzen, sind die Heizvorrichtung und die Kühlwasserleitung einzuschalten. Ist der Druck auf angenähert die erforderliche Höhe angewachsen, so wird das Ventil *w* geöffnet, worauf der Betrieb vollständig automatisch und ohne mechanische Beeinflussung von außen weiterläuft, und zwar wie folgt: Nach Oeffnung des Ventils *w* wird durch den Dampfdruck im Kocher die arme Lösung durch das Auslaßventil *o* in den Absorber *q* gedrückt, infolgedessen sinkt der Spiegel im Kocher *a*, bis schließlich das Uebergewicht des Schwimmers *s* das Ventil *t* öffnet und gleichzeitig das Ventil *o* schließt. Durch Ventil *t* findet nun ein Druckausgleich (unter Schließung des Rückschlagventils *l*) zwischen den Dampfräumen des Kochers *a* und des Speichers *m* statt, und das im Speicher befindliche reiche Absorptionsgemisch sinkt vermöge seines Gewichtes über das Rückschlagventil *n* in den Kocher *a* ab. Hierdurch steigt der Spiegel im Kocher, bis schließlich das Schwimmerventil von dem unteren Sitz *o* abgehoben und das obere Ventil *t* geschlossen wird, wobei die Rückschlagventile *n* und *x* geschlossen werden. Der Ausflußvorgang im Kocher wiederholt sich wie vorhin, während der Dampfdruck im Speicher *m* sich durch die Drosselstelle *v* nach der Dampfleitung *h* bezw. dem Verdampfer *g* hin entspannt. Die aus dem Kocher *a* nach dem Absorptionsbehälter *q* herausgedrängte arme Lösung drückt eine gleichgroße Menge reicher Lösung aus dem Absorber über das Rückschlagventil *l* in den Speicher *m*, wodurch der Anfangszustand wieder hergestellt ist.

17a, 10. 483084. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. Gebrüder Sulzer Akt.-Ges. in Winterthur, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 28. September 1927 ab.

Die Erfindung besteht darin, daß die elektrische Zündvorrichtung in Abhängigkeit von der Stellung des Steuerorgans für die Zufuhr des Kühlmittels zum Kondensator eingeschaltet wird. Die Ausschaltung der elektrischen Zündvorrichtung kann in Abhängigkeit von der Temperatur, z. B. durch einen im Gasabzugkanal der Heizvorrichtung des Kocherabsorbers angeordneten Thermostaten, erfolgen, wie auch die Wiedereinschaltung der elektrischen Zündvorrichtung ebenfalls von der Temperatur im Gasabzugkanal der Heizvorrichtung des Kocherabsorbers abhängig gemacht werden kann. Es können zwei Gasabschlußorgane vorgesehen sein, indem das erste in Abhängigkeit von der Stellung des Steuerorgans für die Kühlmittelzufuhr die elektrische Zündvorrichtung einschaltet, das zweite die Gasleitung nach erfolgter Einschaltung der elektrischen Zündvorrichtung öffnet.

17a, 8. 483136. Flüssigkeitsverschluß zwischen zwei Räumen verschiedenen Druckes. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 20. Juli 1927 ab. Erfinder: Edmund Altenkirch in Altlandsberg-Süd.




Der bekannte Flüssigkeitsverschluß wird gemäß der Erfindung dadurch verbessert, daß die beiden Räume verschiedenen Druckes durch zwei *U*-Rohre miteinander verbunden sind, die bis zu einem höher und einem tiefer gelegenen Punkte eines dritten Rohres hinabreichen und in die beiden Räume an verschiedenen Stellen einmünden.

Wenn der Druck im Raum I immer mehr steigt, sinkt der Flüssigkeitsspiegel in den Schenkeln 4 und 6 so lange, bis das Gas die Flüssigkeit aus dem Schenkel 4 vollständig verdrängt hat und in den Schenkel 5 gelangt. Dabei wird durch das aufsteigende Gas die gesamte Flüssigkeit aus dem Schenkel 5 in den Raum 2 hineingeworfen. Bei der Erfindung fällt die aus dem Rohr 5 herausgeworfene Flüssigkeit in den Schenkel 7 zurück und gelangt durch das dritte Rohr 3 wieder in die Schenkel 4 und 5 hinein und sperrt auf diese Weise die Verbindung zwischen beiden wieder ab. Hält der zu hohe Ueberdruck an, so werden Flüssigkeitsteilchen dauernd im Schenkel 5 nach oben bewegt und fallen durch das Rohr 7 zurück. Dieser dauernde Kreislauf erfordert einen nicht unerheblichen Druck, der zwar nicht immer dieselbe Größe zu haben braucht wie der Druck der statischen Flüssigkeitssäule im Schenkel 5, aber im allgemeinen nicht allzu weit dahinter zurückbleibt.

17g, 4. 483334. Verfahren zum Transport und zur Aufbewahrung flüssiger Gase. Union Générale Coopérative in Paris. Patentiert im Deutschen Reiche vom 20. Mai 1926 ab.

Patent-Anspruch:

Verfahren zum Transport und zur Aufbewahrung flüssiger Gase, die sich in einem wärmeleitenden Behälter befinden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gas von niedrigerer Siedetemperatur als das im Behälter befindliche infolge langsam erfolgender Verdampfung an der Außenwandung des Behälters das im Innern des Behälters befindliche Gas mit höherem Siedepunkt abkühlt und gegebenenfalls zur Erstarrung bringt.

17a, 9. 483585. Kältespeicher für periodisch arbeitende Absorptionskältemaschinen. Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 27. März 1928 ab.

Die Erfindung besteht darin, daß das abtropfende Schmelzwasser des Verdampfers in einer Sammelschale, welche mit dem Verdampfer nicht in wärmeleitender Verbindung steht, aufgefangen und hier zum Gefrieren gebracht wird.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz** Technische Hochschule Danzig

Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5 Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln.

An unsere verehrlichen Mitglieder!

1. **Hauptversammlung Stuttgart,** 4. bis 7. Juni d. J.

Wir erlauben uns, nochmals auf das im Aprilheft erschienene Programm hinzuweisen, und werden uns freuen, recht viele unserer Mitglieder und deren Freunde in Stuttgart begrüssen zu dürfen. Das Programm erfährt eine Erweiterung dadurch, dass Herr Dipl.-Ing. W. Schmid-Karlsruhe ein Referat geben wird über „Einfluss von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Bakterienwachstum" (wahrscheinlich in Arb. Abt. I).

Ferner bitten wir zu beachten, daß für den Nachmittag des Mittwoch 4. Juni außer der Besichtung der Städt. Milchzentrale und des Besuches der Brauerei-Vaihingen als Parallelveranstaltung mit letzterer auch der Besuch des Städt. Schlachthofes vorgesehen ist. Treffpunkt hierfür 15.30 Uhr am Bahnhofsplatz, Ausgang des Reichsbahnhotels (Autos).

Zimmerbestellung: Wegen des um jene Zeit starken Andrangs empfehlen wir dringend schleunigste Bestellung an Hand der den Mitgliedern durch den Ortsausschuss übergebenen Hotelliste. Am besten erfolgt die Bestellung durch Vermittelung des „Ortsausschusses für die Kältetagung", Stuttgart-Cannstatt, Olgastrasse 78, der eine Anzahl guter Zimmer mit beschränkter Verfügungszeit im Voraus belegt hat.

2. **Ausstellung für chemisches Apparatewesen, Achema VI.**

Diese sehr sehenswerte Ausstellung — Frankfurt/M., 10. bis 22. Juni d. J. — findet alle 3 bis 4 Jahre statt, und wir können unseren an diesem Fachgebiet interessierten Mitgliedern den Besuch auf Wunsch und Einladung der „Deutschen Gesellschaft für chem. Apparatewesen" e. V. in Seelze bei Hannover wärmstens empfehlen.

3. **Zweite Weltkraftkonferenz,** Berlin 15. bis 25. Juni dieses Jahres.

Wir beziehen uns auf die redaktionellen Mitteilungen im Aprilheft der Vereinszeitschrift (S. 72 u. f.) und fügen hinzu, dass der DKV bei dieser grossen Veranstaltung vertreten sein wird und daß der Verfasser des Berichtes Nr. 13, Sektion 4, „Gaszerlegung durch Druck und Tieftemperatur", Herr Diplom-Ingenieur Ph. Borchardt-München, unserem Verein als Mitglied angehört.

Auskünfte wegen des Aufbaues der Konferenz, wegen der Anmeldnng p. p. erteilt die Geschäftsstelle der 2. Weltkraftkonferenz, Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Berlin, Anfang Mai 1930.

Der Schriftführer:
Kaufmann.

Dem vorliegenden Heft liegt ein Prospekt der Firma H. Beucke & Söhne, Pergamentpapier-Industrie und Verlagsanstalt, Dissen, Teutob. Wald bei, auf den wir besonders hinweisen.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**6. Heft** **Berlin SW. 9, im Juni 1930** **37. Jahrgang**

Inhalt:

**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Temperaturverlauf in automatisch gesteuerten Kühlanlagen. Von Dipl.-Ing. S. Jung, Elberfeld. S. 101. — Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft. Von F. Naumann. S. 110. — Die Anwendung des i-ξ-Diagramms zur Berechnung periodischer Absorptions-Kältemaschinen. Von Dipl.-Ing. H. Radek, Freienwalde (Oder). S. 113. Die Kühlanlagen der Kühlfisch-Aktien-Gesellschaft Wesermünde. Von Dr. Walter Schlienz, Wesermünde. S. 115. — Ein neues Kältemittel. S. 120. — **Zeitschriftenbericht.** S. 120. — **Bücherbericht.** S. 121. **Patentberichte.** S. 121. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 124. — Berliner Kälte-Verein. S. 124.

# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Temperaturverlauf in automatisch gesteuerten Kühlanlagen.

Von Dipl.-Ing. S. Jung, Elberfeld.

Eines der schwierigsten Probleme bei vollautomatisch gesteuerten Kühlanlagen ist die Wahl und der richtige Einbau des Temperaturreglers. Eine Reihe verschiedener, zum Teil ganz unscheinbarer Ursachen kann die Schaltgenauigkeit und die Regelmäßigkeit der Regelung in weiten Grenzen beeinflussen.

Da es für die Projektierung und Ausführung von vollautomatischen Kühlanlagen von der größten Wichtigkeit ist, diese Schwierigkeiten zu kennen und zu beherrschen, hat die Firma des Verfassers durch sehr zahlreiche Untersuchungen an fertigen Anlagen der verschiedensten Art eine Gesetzmäßigkeit zu finden und durch systematische Prüffeldversuche zu klären versucht. Eine Reihe von Kältemaschinen-Firmen haben in dankenswerter und uneigennütziger Weise ihre Erfahrungen auf diesem Gebiete zur Verfügung gestellt.

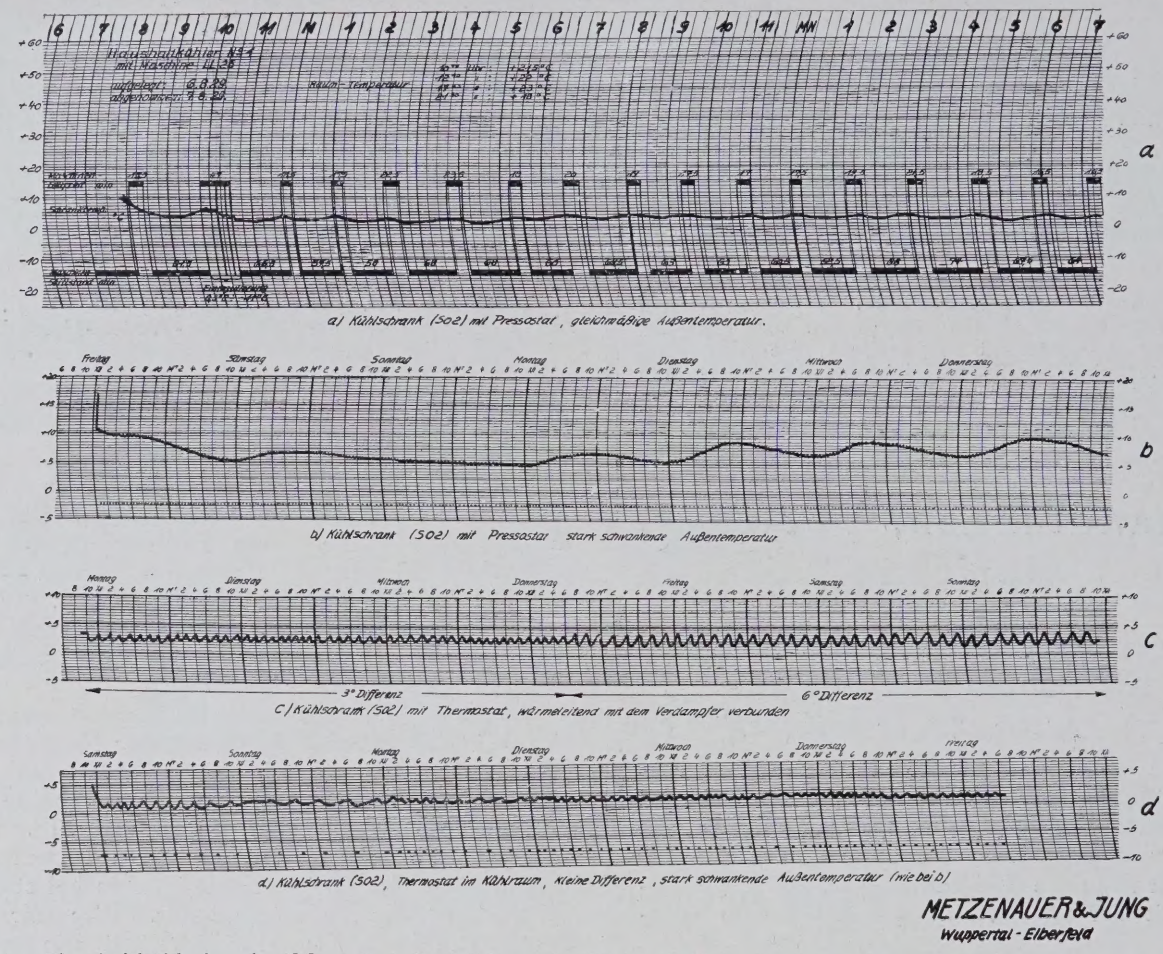
Für die Temperaturreglung in einer Kühlanlage ist es nicht immer die günstigste Lösung, einen Temperaturregler im Kühlraum einzubauen, der die Kältemaschine in Abhängigkeit von der Kühlraumtemperatur ein- und ausschaltet. Zweifellos ist es von einer gewissen Bedeutung, daß die aus Amerika eingeführten kleinen Kühlschränke und Kältemaschinen fast niemals durch einen Temperaturregler im Kühlraum gesteuert werden. Man findet dort entweder einen Druckschalter (Pressostat), der die Maschine in Abhängigkeit vom Verdampferdruck ein- und ausschaltet, oder einen Temperaturschalter, der aber nicht die Raumtemperatur, sondern die Verdampfertemperatur kontrolliert, da er in den Verdampfer hineinragt oder wenigstens wärmeleitend mit dem Verdampfer verbunden ist. Beide Arten stellen eine mittelbare Temperaturregelung dar, die durch periodische Einschaltung des Kälteerzeugers eine mittlere Kühlraumtemperatur von einer für Kleinanlagen genügenden Gleichmäßigkeit erzeugt.

Den Temperaturverlauf in einer kleinen durch Pressostat gesteuerten Kühlanlage zeigt Abb. 1a, welche von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen aufgenommen wurde. Die Verdampfertemperatur schwankt dabei um 10,5° zwischen —0,5 und —11°, während die Kühlraumtemperatur nur ganz geringe Schwankungen aufweist. Der Temperaturverlauf und die Einschaltdauer der Maschine sind aus dem Tagesdiagramm deutlich zu erkennen.

Starke Schwankungen der Außentemperatur machen sich bei einer solchen Steuerung der Maschine in Abhängigkeit von der Verdampfertemperatur natürlich bemerkbar. Bei dem Diagramm 1a schwankte die Außentemperatur nur zwischen 18 und 21°. Das Diagramm 1b zeigt als Gegensatz den Temperaturverlauf eines gleichartigen Kühlschrankes bei starker Schwankung der Außentemperatur. Hier war der Pressostat auf —2° bis —12° eingestellt. Die Punkte auf dem Diagramm unter der Temperaturlinie zeigen die Laufzeit der Maschine an.

Wie das Diagramm zeigt, ist bereits 30 Minuten nach dem Einschalten der Maschine die tiefste Verdampfertemperatur von —12° erreicht, während die Raumtemperatur inzwischen nur um wenige Grad gefallen ist. Während nun die Maschine ruht und die Verdampfertemperatur in wenigen Minuten wieder auf —2° ansteigt, fällt die Kühlraumtemperatur weiter, und erst nach 23 Stunden und über 50 Arbeitsperioden ist die tiefste Kühlschranktemperatur erreicht. Auch der weitere Verlauf der Temperaturlinie zeigt fast keine Zacken, die den einzelnen Arbeitsperioden folgen, sondern die Temperaturkurve erscheint fast als wagrechte Linie, die aber starke Schwebungen von etwa halbtägiger Dauer aufweist. Diese Schwebungen werden durch die Aenderungen der Raumtemperatur verursacht. In Abb. 1b sind diese Schwebungen verhältnismäßig stark, da der Kühlschrank in einem Raum stand, der bei Tag geheizt wurde und nachts sich stark abkühlte. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Kurve jedesmal in der Nacht absinkt und am Nachmittag ansteigt, entsprechend der Verzögerung des Wärmedurchganges durch die Isolierung des Schrankes. Es ist auch deutlich zu erkennen, daß die Heizungsperiode am Samstag nur kurz war und daß Sonntags überhaupt nicht geheizt wurde. Auch die Schalthäufigkeit ändert sich mit der Außentemperatur, wie die Abstände der Laufzeiten erkennen lassen.

Eine Temperaturreglung in Abhängigkeit von der Verdampfertemperatur ermöglicht also keine ganz genaue Einhaltung einer bestimmten Temperaturgrenze




a/ Kühlschrank (SO2) mit Pressostat, gleichmäßige Außentemperatur.

b/ Kühlschrank (SO2) mit Pressostat stark schwankende Außentemperatur

C/ Kühlschrank (SO2) mit Thermostat, wärmeleitend mit dem Verdampfer verbunden

d/ Kühlschrank (SO2), Thermostat im Kühlraum, Kleine Differenz, stark schwankende Außentemperatur (wie bei b)

Abb. 1. Haushaltkühlschrank ($SO_2$ mit luftgekühltem Verflüssiger) Fabr. Linde, gesteuert durch Pressostat (a und b) Verdampferthermostat (c) und Raumthermostat (d).

im Kühlraum. Auch ist die gesamte Laufzeit der Maschine höher als bei einer Anlage mit Temperaturregler im Kühlraum. Dagegen bietet die Anordnung durch ihre Einfachheit sehr viele Vorzüge für den praktischen Betrieb. Gerade die Frage über den zweckmäßigsten Platz für den Einbau eines Thermostaten im Kühlraum, die sehr viele Schwierigkeiten macht und die bei kleinen Schränken ohne Ventilator nicht leicht zu lösen ist, scheidet hier vollkommen aus. Auch der Wunsch der Verbraucher nach möglichst kleinen Temperaturschwankungen ist hier leicht zu erfüllen. Wie Abb. 1a zeigt, entspricht dem Temperatur-Intervall von $10^0$ im Verdampfer keine nennenswerte Temperatur-Schwankung im Kühlraum. Wenn im Schrank noch Solespeicher angeordnet sind (bei dem Versuch nicht vorhanden), so werden die Verhältnisse noch günstiger. Da sich der Schalter außerhalb des Kühlraumes befindet, sind keine besonderen Maßnahmen zur Einführung des elektrischen Stromes in den Kühlraum und zum Schutz des Schalters gegen Feuchtigkeit und Kälte erforderlich. Der Pressostat ist vielmehr unmittelbar auf den Kompressor gesetzt und ermöglicht dadurch die denkbar einfachste und kürzeste Leitungsführung.

Die Beeinflussung durch die Temperaturschwankungen der Umgebung, vor allem der Unterschied zwischen Sommer und Winter, kann bis zu einem gewissen Grad beherrscht werden, in dem man den Schalter mit einer Einstellvorrichtung versieht, die an Hand einer Skala eine Veränderung der Verdampfer-

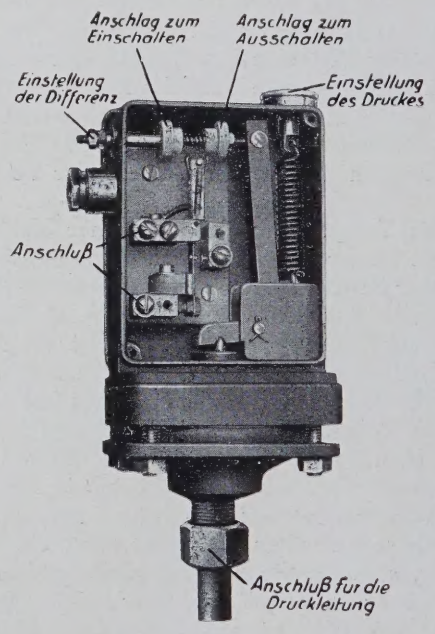



Abb. 2. Pressostat.

temperatur ermöglicht. Der Besitzer eines solchen Kühlschrankes hat dadurch die Möglichkeit, im Sommer die Einwirkung der höheren Umgebungstemperatur durch Einstellung einer tieferen Verdampfertemperatur

auszugleichen. Gerade in neuester Zeit pflegt man bei der Verkaufswerbung auf diese Einstellbarkeit großen Wert zu legen. Es ist aber zu beachten, daß eine solche Skala am Pressostat oder Verdampferthermostat infolge der Einwirkung der Außentemperatur nicht in Kühlraumtemperatur geeicht sein kann, wie dies vielfach in Laienkreisen angenommen wird. Die Apparate dieser Art tragen deshalb meist nur Zahlen, die als Merkwerte für die Einstellung gelten.

Bei kleinen Kühlanlagen für Haushalt und Gewerbe, bei denen es in der Hauptsache auf einen Ersatz für die Handbedienung der Kühlanlage ankommt, bietet daher die Kontrolle der Verdampfertemperatur durch einen Pressostaten eine ganze Reihe von Vorteilen. Die Konstruktion eines solchen Pressostaten von großer Vielseitigkeit zeigt Abb. 2. Der einpolige Schalter genügt zum direkten Einschalten kleiner Einphasen- und Gleichstrom-Motoren. Eine neuartige Momentschaltung mit magnetischer Blasung gewährleistet eine unbedingt zuverlässige Abschaltung. Der Ausschaltdruck wird durch Spannung der Hauptfeder eingestellt, die mit einer entsprechenden Skala versehen ist. Die seitlich sichtbare Schraube dient zur Einstellung der Druckdifferenz, wird aber im allgemeinen dem Verbraucher nicht zugänglich gemacht. Durch vollständige Entspannung der Feder wird die Maschine auf Tiefkühlung zur Eisbereitung geschaltet.

Bei der Verwendung von Pressostaten ist allerdings zu beachten, daß eine ordnungsgemäße Schaltung nur dann möglich ist, wenn die Maschine mit sicher wirkenden automatischen Ventilen ausgerüstet ist. Bei undichten Ventilen gleicht sich sofort beim Stillstand der Maschine der Druck aus, so daß die Maschine schon nach kurzer Pause wieder anspringt. Selbst bei einem gut arbeitenden automatischen Regelventil erfolgt ein gewisser Druckausgleich, bis die Flüssigkeitsleitung abgesperrt ist. Deshalb kann ein Pressostat niemals auf eine sehr kleine Druckdifferenz im Verdampfer eingestellt sein.

In kältetechnischer Hinsicht gleichwertig mit der Steuerung der Maschine durch Pressostaten ist die Steuerung durch einen Temperaturregler, der in den Verdampfer hineinragt oder in wärmeleitender Verbindung mit ihm steht. Bei dieser Anordnung geht die Verdampfertemperatur ohne nennenswerte Verzögerung auf den Temperaturregler über und bewirkt dadurch eine rhythmische Ein- und Ausschaltung der Maschine, ähnlich wie beim Pressostaten. Infolge der Kältespeicherung folgt auch hier die Kühlraumtemperatur nur in sehr geringem Maße den Schwankungen der Verdampfertemperatur, so daß trotz großer Temperaturunterschiede im Verdampfer die Raumtemperatur fast keine Schwankungen zeigt. Natürlich sind genau wie beim Pressostaten auch hier die Veränderungen der Außentemqeratur an den Schwebungen der Temperaturlinie zu verfolgen. Der große Unterschied gegenüber der Verwendung eines Pressostaten beruht darin, daß Undichtigkeiten der Ventile hier ohne jeden Einfluß auf die Temperaturreglung sind. Diese Kontrolle der Verdampfertemperatur ist also vor allem dann am Platze, wenn auf eine automatische Regelung des Kältemittels verzichtet wird.

Bei dieser Kontrolle der Verdampfertemperatur läßt sich auch noch bis zu einem gewissen Grade eine Abhängigkeit von der Kühlraumtemperatur erzielen, wenn nur ein Teil des Thermostaten in Wärmekontakt mit dem Verdampfer steht, während der übrige Teil von der im Kühlraum zirkulierenden Luft bespült wird. Die Auswirkungen dieser Anordnung zeigt Abb. 1c, bei der der Wärmefühler des Thermostaten nur außen auf der Verdampfer-Wandung anlag. Der Versuch ist am gleichen Schrank aufgenommen wie Abb. 1b. Die Temperaturschwankungen im Raum waren bei dieser Messung gering. Der Thermostat schaltete erst mit $3^0$ Differenz und wurde dann auf $6^0$ Differenz eingestellt. Die Temperaturschwankungen im Kühlschrank sind wesentlich geringer, und die Schwebungen zwischen Tag und Nacht sind nur ganz schwach zu erkennen.

Eine ganz andere Problemstellung findet man vor, wenn die Maschine durch die Temperatur des Kühlraumes beeinflußt wird. Während bei der Schaltung in Abhängigkeit von der Verdampfertemperatur eine recht große Temperaturdifferenz zur Verfügung steht und jede Beeinflussung des Regelorgans durch die verschiedene Wahl des Aufstellungsortes wegfällt, muß der Kühlraumthermostat mit hoher Genauigkeit arbeiten und seine Montage erfordert reifliche Ueberlegung. Die Art des Kühlgutes erfordert meist die Einhaltung einer Temperatur von $\pm 1^0$ bis höchstens $\pm 1{,}5^0$. Bei diesem geringen Temperaturunterschied erfolgt der Wärmeübergang von der Luft auf das temperaturempfindliche Glied des Reglers sehr langsam. In Räumen mit rascher Temperaturänderung, z. B. Kühlschränken, hinkt daher der Temperaturregler stets hinter der wirklichen Raumtemperatur her. Es wäre wohl möglich, durch besondere konstruktive Maßnahmen diese Trägheit klein zu halten, aber dadurch würde die neue Schwierigkeit entstehen, daß die Maschine bei jedem Oeffnen der Kühlraumtür anspringt. Aus dieser Trägheit erklärt sich, daß bei einem Kühlraumthermostaten stets ein größeres Temperaturintervall zwischen Ein- und Ausschaltung in Erscheinung tritt, als der wirklichen Schaltgenauigkeit des Gerätes entspricht, die sich nur durch eine Kontrolle im Flüssigkeitsbad feststellen läßt. Nach den praktischen Erfahrungen muß ein Kühlraumthermostat für eine Temperaturdifferenz von $1^0$ bis $1{,}5^0$ gebaut sein, wenn die Temperatur im Kühlraum keine größeren Schwankungen als $2^0$ zeigen soll.

Von noch viel größerem Einfluß auf die Schaltgenauigkeit als der träge Wärmeübergang ist der Aufstellungsort. Wenn dieser nicht geschickt gewählt wird, ist die Einwirkung fremder Einflüsse (Wärmestrahlung der Wand oder des Kühlgutes, Luftströmung, Zugerscheinungen u. dergl.) ganz wesentlich größer als die gewünschte Beeinflussung durch die steigende und fallende Kühlraumtemperatur. Es wurden zahlreiche Versuche durchgeführt, um festzustellen, wie weitgehend das Arbeiten eines Temperaturreglers durch die Wahl des Aufstellungsortes beeinflußt wird. Die Messungen wurden mit einem sehr empfindlichen kleinen Thermostaten ausgeführt, der mit etwa $^1/_2{}^0$ Temperaturunterschied schaltet und infolge seiner geringen Abmessungen nur die Temperatur an einer bestimmten Stelle mißt und nicht wie üblich, einen Mittelwert aus verschiedenen Luftschichten. Dieser Thermostat war zuerst an der günstigsten Stelle genau in der Mitte eines kleinen Haushaltkühlschrankes aufgestellt und schaltete dort mit der wirklichen Differenz von $^1/_2{}^0$. Jeweils nach einigen Tagen wurde

der Aufstellungsort gewechselt, ohne an der Einstellung des Thermostaten das geringste zu ändern. Jedesmal ergab sich eine Verschiebung der oberen oder unteren Schaltgrenze, die als Vergrößerung der Schaltdifferenz in Erscheinung tritt. Am günstigsten war der Mittelpunkt des Schrankes, weil hier die Beeinflussung durch die Strahlung der Wände am geringsten ist. Unmittelbar an der Rückwand überwog die Kältestrahlung der Wand bei weitem, und erst, nachdem in der Mitte des Schrankes die Temperatur um 5 bis 6 $^0$ gestiegen war, trat unmittelbar an der Rückwand die Temperatursteigerung von $^1/_2{}^0$ ein, welche die Betätigung des Thermostaten bewirkte.

Wenn durch Einbauten oder Zwischenwände der Luftumlauf in der Nähe des Thermostaten gehindert wird, oder wenn er durch die Wärmestrahlung des frisch eingebrachten Kühlgutes getroffen wird, treten trotz der Verwendung eines hochempfindlichen Thermostaten Temperaturdifferenzen bis zu 10 $^0$ auf.

Wenn diese Umstände berücksichtigt werden, macht es keinerlei Schwierigkeiten, die Raumtemperatur in kleinen Grenzen konstant zu halten. Abb. 1 d zeigt den Temperaturverlauf in dem gleichen Haushaltkühlschrank, der bei Abb. 1 a und 1 b mit einem Pressostaten ausgerüstet war, bei Verwendung eines Temperaturreglers im Schrank unter sonst genau gleichen Bedingungen. Im Gegensatz zu der Regelung durch Pressostat oder Verdampfer-Thermostat sind hier keinerlei Schwebungen der Temperaturlinie durch die wechselnde Außentemperatur zu erkennen. Diese wirkt sich vielmehr nur durch eine Beeinflussung der Schalthäufigkeit aus. Es ist z. B. deutlich zu erkennen, daß am Sonntagnachmittag und in der Nacht von Sonntag auf Montag wegen der fehlenden Raumheizung nur ganz seltene Schaltungen stattfanden mit einer Pause von 3 bis 6 Stunden, während bei einer Umgebungstemperatur von 20 $^0$ die Arbeitsperioden nur 1 bis 1,5 Stunden auseinanderliegen. Zu beachten ist gegenüber der Schaltung mit Pressostat die höhere Wirtschaftlichkeit der Regulierung durch Raumthermostat. Unter ungefähr gleichen Bedingungen zeigt Abb. 1 b beim Pressostat 37 Arbeitsperioden gegen-

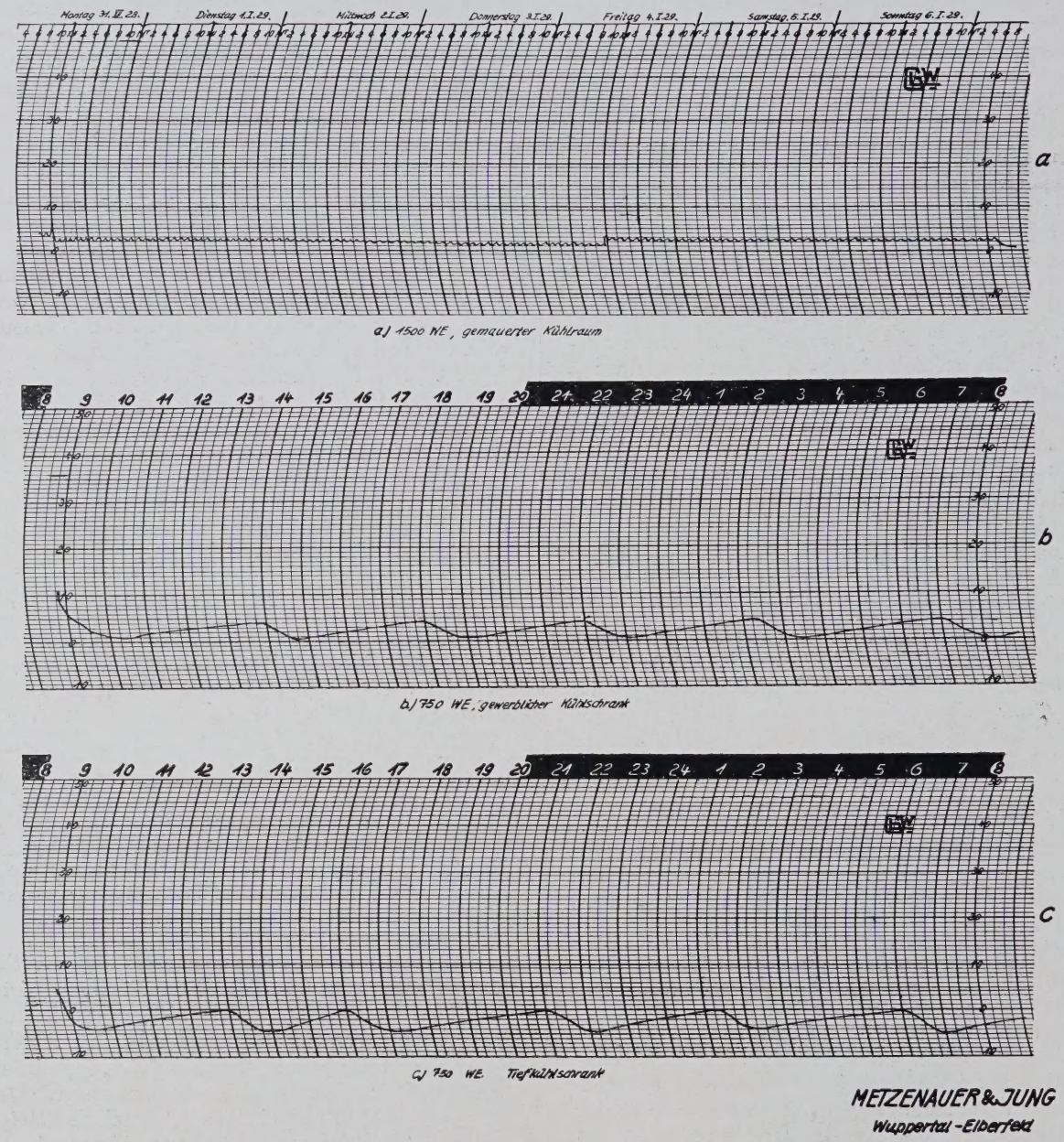



Abb. 3. Linde'sche Autopolarkühlanlagen mit direkter Verdampfung.

über 13 Anläufen beim Raumthermostaten in je 24 Stunden. Natürlich ist die Dauer der Arbeitsperiode beim Thermostaten dafür etwas länger, aber die Summe der Laufzeiten ist beim Pressostaten ganz wesentlich höher. Leider ist eine genaue Auswertung der Diagramme in dieser Hinsicht nicht möglich, da die Aufzeichnungen des Thermographen durch die Erschütterungen des Schrankes und das Auslaufen der Striche im Papier gefälscht werden.

Daß die verschiedenen Laufzeiten tatsächlich von dem Einfluß der schwankenden Außentemperatur herrühren, zeigt ein Vergleich mit Abb. 3a, die von der Ges. f. Lindes Eismaschinen bei einem Autopolar von 1500 kcal/h in einem gemauerten Kühlraum mit Ventilator aufgenommen wurde. Der fehlende Einfluß der Außentemperatur macht sich durch eine sehr große Regelmäßigkeit der Schaltvorgänge bemerkbar. Der Sprung in der Mitte der Kurve rührt von einer absichtlichen Aenderung in der Einstellung des Thermostaten her.

die tatsächliche Temperaturdifferenz im Schrank infolge der Nachkühlung und Nacherwärmung auf 2,5 bis $3^0$ ansteigt.

Wird dagegen die Sole-Temperatur durch einen Temperaturregler kontrolliert, so zeigen sich die gleichen typischen Erscheinungen wie beim Pressostat und Verdampfer-Thermostat, d. h. kleine Schwankungen der Temperaturlinie und Schwebungen infolge der wechselnden Außentemperatur. Praktisch ist die Steuerung eines Kühlraums durch einen Thermostaten mit kleiner Schaltdifferenz in der Sole nicht zu empfehlen. Schon nach kurzer Betriebszeit wird nämlich die Berohrung stark vereisen, sodaß die Kühlraumtemperatur durch das weitere Arbeiten der Maschine überhaupt nicht mehr beeinflußt wird. Infolge der Kältespeicherung durch die Sole ist es auch gar nicht erforderlich, daß der Sole-Thermostat mit einer kleinen Differenz arbeitet. So zeigt Abb. 4b den Temperaturverlauf in einem A-S Kühlschrank, der zuerst durch einen Sole-Thermostat mit $3^0$ Differenz und in der

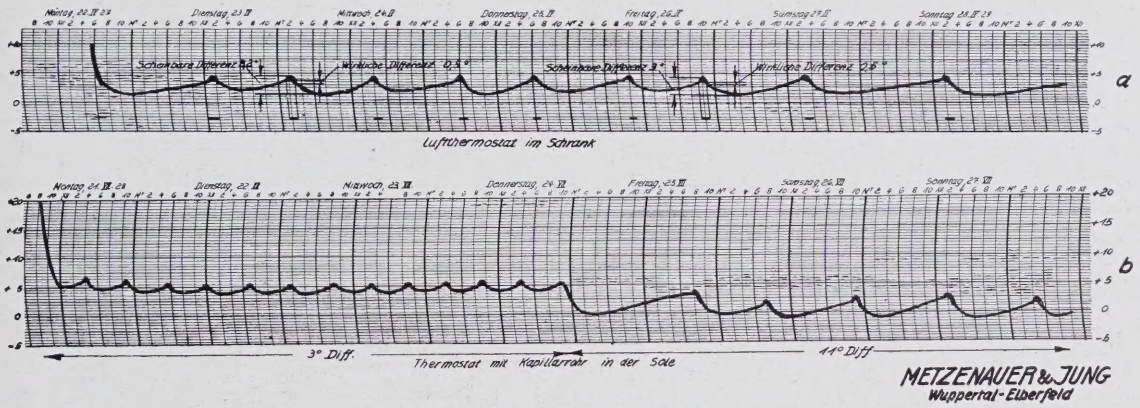



Abb. 4. Temperaturverlauf in einem AS-Kühlschrank mit indirekter Kühlung durch Sole.

Den genauen Temperaturverlauf bei 2 weiteren Kühlschränken mit Autopolar-Maschinen 750 kcal/h zeigen die Tagesdiagramme 3b und 3c mit verschiedener Temperatureinstellung. Die Differenz ist hier größer, infolge der ungünstigen Anordnung des Thermostaten wegen Platzmangels im Kühlschrank und wegen des fehlenden Ventilators.

Bei allen diesen Beispielen befand sich der Verdampfer unmittelbar im Kühlraum. Das bedeutet, daß die Temperatur fällt, solange die Maschine läuft und ansteigt, sobald die Maschine ruht. Wesentlich anders sind die Verhältnisse bei Anlagen mit direkter Kühlung durch Sole. Hier beginnt die Kühlung erst geraume Zeit nach dem Anlauf der Maschine, ja die Temperatur steigt sogar noch an, während die Maschine schon arbeitet, und nach dem Stillsetzen der Maschine erfolgt noch eine ganz beträchtliche Nachkühlung. Wenn also eine derartige Anlage durch einen Luft-Thermostat gesteuert wird, zeigt sich im Kühlraum eine wesentlich größere Temperaturdifferenz, als der Schaltgenauigkeit des Thermostaten entspricht. Dies zeigt z. B. in Abb. 4a die Temperaturkennlinie eines Kühlschrankes der Firma Brown, Boveri & Cie. Die Laufzeit der Maschine ist (wie auch bei den folgenden Diagrammen) durch eine besondere Schreibvorrichtung des Thermographen aufgezeichnet. Die Projektion der Laufzeit auf die Temperaturlinie zeigt, daß die wirkliche Schaltdifferenz nur $^1/_2{}^0$ beträgt, während zweiten Hälfte mit $11^0$ Differenz gesteuert wurde. Da der Einschaltpunkt sehr hoch liegt, ($-1^0$) tauen die Rohre bei jedem Arbeitsspiel ab, und trotz der großen Temperaturdifferenz in der Sole schwankt die Raumtemperatur nur um $3^0$. Charakteristisch für diese Anordnung sind wenige Arbeitsspiele von langer Dauer. Die Wirkungsweise entspricht also ungefähr einer Anlage mit Handbedienung die zwei mal am Tage eingeschaltet wird.

Die vorstehend bezeichneten Temperaturkennlinien sind alle im Prüffeldversuch aufgenommen bei leeren und nur selten geöffneten Kühlräumen, um die kennzeichnenden Eigenschaften der verschiedenen Arten der Temperaturregelung zu ermitteln. Nachstehend wird eine Reihe von Diagrammen gezeigt, die von verschiedenen Kältefirmen in der Praxis mit unseren vollautomatischen Steuerungen aufgenommen wurden. Diese Diagramme müssen natürlich stark von den Versuchsmessungen abweichen, da die Kühlraumtüren oft längere Zeit offenstehen, sodaß starke Temperaturstiege auftreten.

Ein charakteristisches Bild eines Kühlraumes in einer Konsum-Verkaufsstelle mit Kühlung durch direkte Verdampfung zeigt Abb. 5a. Die Kühlung erfolgt hier durch einen Rota-Kompressor der Firma Sylbe & Pondorf. Durch günstige Anordnung des Thermostaten und Einbau von Solespeichern sind die Temperaturschwankungen hier sehr klein gehalten.

Der Besitzer der Anlage schreibt zu diesem Temperaturdiagramm: Die Anlage läuft vollständig automatisch und bisher ist noch keinerlei Bedienung, wie Oeffnen und Schließen der Ventile, An- und Abstellen des Wassers und andere Handhabungen, wie sonst bei Kolbenmaschinen üblich, notwendig gewesen. Die Kurve wurde in der Zeit vom 22. 10. 28 bis 28. 10. 28 von einem im Kühlraum aufgestellten Thermographen aufgezeichnet und zeigt während dieser Zeit bei normaler Beschickung eine fast dauernd konstante Temperatur von $+3^0$ Cels.

Die folgenden Kurven sind von der Firma Vereinigte Deutsche Kältemaschinenfabriken Borsig-Germania-Humboldt im Hochsommer aufgenommen worden. Abb. 5b zeigt den Temperaturverlauf in einem großen Fleischkühlraum mit direkter Verdampfung Die Kühlung erfolgt durch ein Rippenrohr-Wandsystem hinter einer Luftkühlerwand. An der Decke sind Solespeicherrohre angeordnet. Die Maschinenleistung beträgt 11000 kcal/h. Da der Ventilator nicht automatisch geschaltet wurde, treten größere Tem-

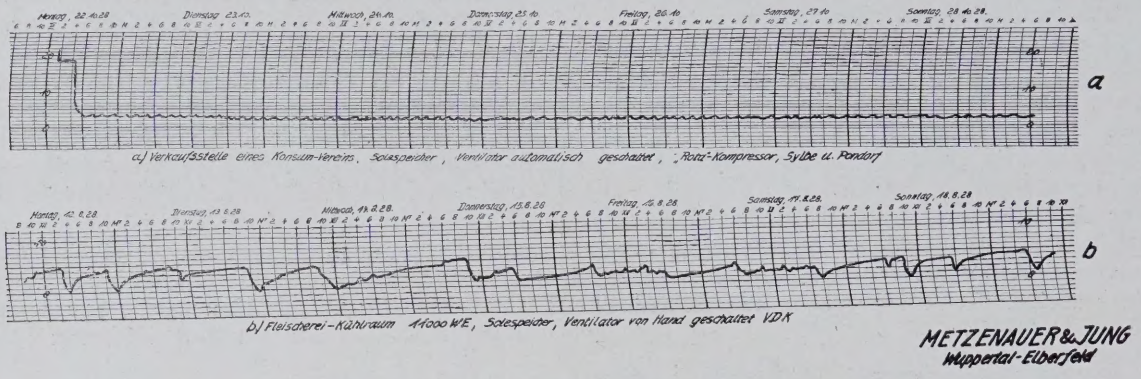



Abb. 5. Gewerbliche Raumkühlanlagen $NH_3$ mit direkter Verdampfung. Thermostat im Kühlraum.

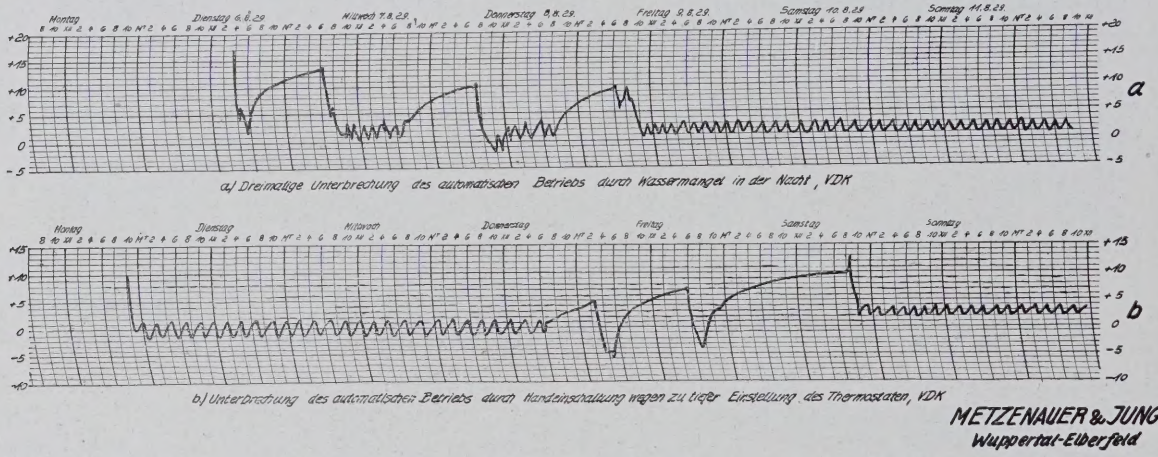



Abb. 6. Unterbrechung der automatischen Temperaturregelung durch Wassermangel und Handeinschaltung.

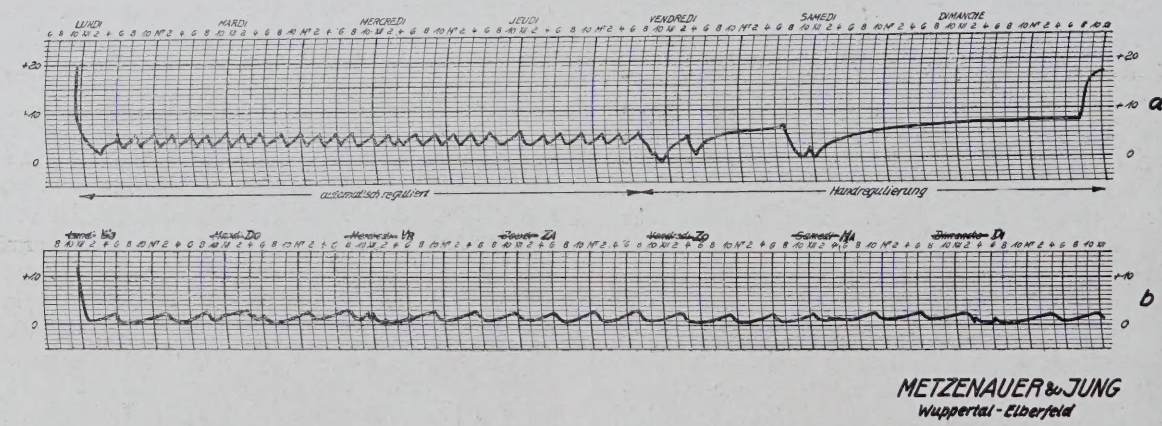



Abb. 7. Autofrigor-Kühlschränke bei normaler Beschickung mit 3 cbm (a) und 1 cbm (b) Nutzinhalt.

peraturschwankungen in Erscheinung. Die Kurv zeigt deutlich, wann die Anlage zum ersten M am Morgen betreten wurde, wann die Hauptbege zeiten sind und wann die Anlage geschlossen wurd Der starke Temperaturanstieg am Donnerstag Vo mittag dürfte auf eine frische Beschickung des Ra mes zurückzuführen sein. Die unruhige Linie

der Tageszeit erklärt sich durch die Einwirkung der Solespeicher, welche die beim Begehen eingedrungene Wärme vernichten.

Abb. 6 zeigt die Temperaturlinien eines Kühlschrankes von 500 kcal/h der gleichen Firma, und zwar hat die Maschine bei Abb. 6a wassergekühlten, bei Abb. 6b luftgekühlten Kondensator. Die Kurven sind dadurch besonders interessant, daß sich bei Abb. 6a die Anlage drei mal in der Nacht wegen Wassermangel selbsttätig abschaltete, während bei Abb. 6b Freitag und Samstag von Hand geschaltet wurde wegen zu tiefer Einstellung des Temperaturreglers. Am Sonntag wurde nach Einstellung des Thermostaten auf eine um 3° höhere Temperatur der automatische Betrieb wieder aufgenommen.

Im Gegensatz dazu zeigt Abb. 9, daß es ohne weiteres möglich ist, in getrennten Räumen der gleichen Anlage verschiedene Temperaturen durch die Vollautomatik zu erzielen. Die Diagramme sind von der Firma Aktieselskabet Atlas mit einer Glaciakühlanlage in 2 Kühlräumen aufgenommen. Beide Räume haben Wandberohrung für Solekühlung, die durch automatische Soleabsperrventile je nach der Stellung des Raumthermostaten abgesperrt oder gekühlt werden. Solange die Temperatur in einem Raum zu hoch ist, arbeitet auch die Solepumpe; wenn beide Räume gekühlt sind, setzt sich die Pumpe selbsttätig still. Die Kältemaschine selbst kommt nur in Betrieb, wenn der Solevorrat zu warm geworden ist. Auf diese Weise konnte in

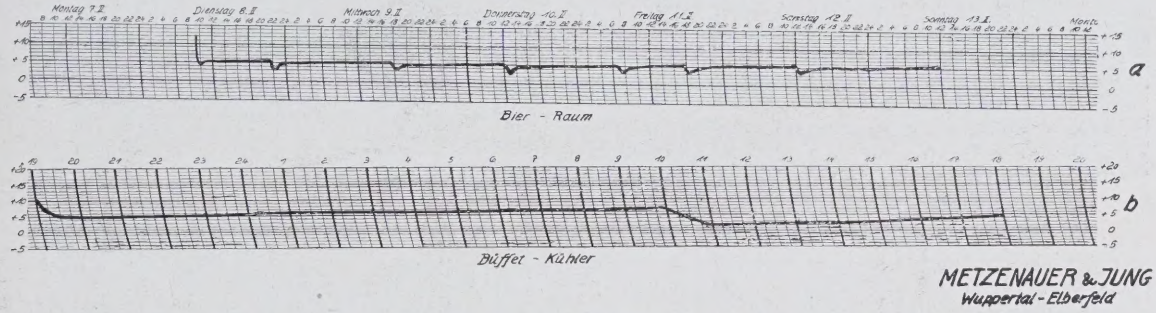



Abb. 8. Hotel-Kühlanlage mit 2 Räumen, gesteuert durch 1 Thermostat im Bierkühlraum. (Gebr. Sulzer A.-G.)

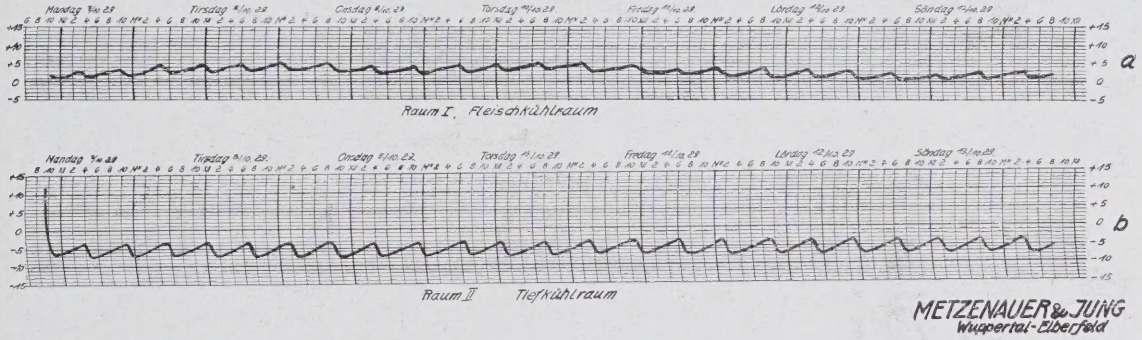



Abb. 9. Glacia-Kühlanlage (Solekühlung) mit 2 getrennten Räumen für verschiedene Temperaturen. Atlas Maskinforretningen.

Auch die Kurve Abb. 7a zeigt deutlich den Unterschied zwischen Handregulierung und automatischer Regulierung. Es handelt sich hier um einen Kühlschrank von 3m³ Nutzinhalt mit direkter Kühlung durch einen Autofrigor der Firma Escher Wyß Werke. Abb. 7b ist in einem kleinen Autofrigorkühlschrank von 1m³ Inhalt aufgenommen, der ebenfalls mit direkter Verdampfung arbeitet. Beide Diagramme sind von der Firma N. V. Hollandsche Ingenieurs Mij. mit unserem Temperaturregler aufgenommen worden.

Abb. 8a zeigt den sehr gleichmäßigen Temperaturverlauf im Bierkühlraum einer automatischen Hotelkühlanlage der Firma Gebr. Sulzer, Winterthur. Die Kühlung erfolgt durch direkte Verdampfung. Der Thermostat ist sehr zweckmäßig an der dem Verdampfer gegenüberliegenden Wand im Bierkeller untergebracht. Durch die gleiche Anlage wird noch ein Büffetkühler gespeist, der keinen besonderen Thermostat hat. Durch zweckmäßige Abstimmung der Berohrung ist aber erreicht, daß auch im Büffetkühler nur geringe Temperaturschwankungen auftreten, wie das Tagesdiagramm Abb. 8b zeigt.

Raum I eine mittlere Temperatur von 2 bis 3°, in Raum II eine solche von —6° dauernd aufrecht erhalten werden.

Von besonderem Interesse dürften die nachstehenden Diagramme der Abb. 10 sein, die in einer Konsum-Verkaufsstelle mit einer A-S-Maschine und Wandrohrsystem aufgenommen sind. Den ursprünglichen Zustand der Anlage, mit dem der Besitzer außerordentlich zufrieden war, zeigt Kurve 10a. Die Kältemaschine wird durch einen empfindlichen Luft-Thermostat gesteuert, der praktisch bei jedem Oeffnen der Kühlraumtür die Maschine in Betrieb setzt. Die Folge ist zwar eine sehr konstante Kühlraumtemperatur, aber eine außerordentlich große Stromvergeudung. Schon nach wenigen Tagen war die Berohrung mit einer dicken Eiskruste überzogen, die das System gegen den Kühlraum vollständig isolierte. Trotzdem schaltete der Luft-Thermostat die Maschine bei jeder Begehung des Raumes wieder ein. Erst am Samstag Abend kam die Anlage zur Ruhe, und die aufgespeicherte Kälte reichte für die Kühlung des Raumes über den ganzen Sonntag hin-

durch. Am Montag früh beim ersten Begehen des Kühlraumes schaltete der Thermostat die Maschine wieder ein.

Leider gestattete der Besitzer dieser Anlage nicht die Fortsetzung der Versuche, sodaß diese in einer gleichartigen anderen Verkaufsstelle fortgesetzt werden mußten. Bei diesem Versuch nach Abb. 10b erfolgte die Steuerung der Anlage durch einen Solethermostat, der zwischen $-1^0$ und $-8^0$ schaltete, stat ragt nur in die obere Schicht der Sole, die sich bei der Erwärmung des Raumes ebenfalls rasch erwärmte. Bei dem daraufhin erfolgenden zweiten Anlauf der Maschine erfolgte die Kühlung wesentlich rascher, da durch die Soleumwälzung kalte und warme Sole gemischt wurden, und somit der gesamte Solevorrat sehr rasch auf $-8^0$ abgekühlt werden konnte. In der Nacht und am Sonntag ist diese zweite kurze Kühlperiode nicht zu beobachten,

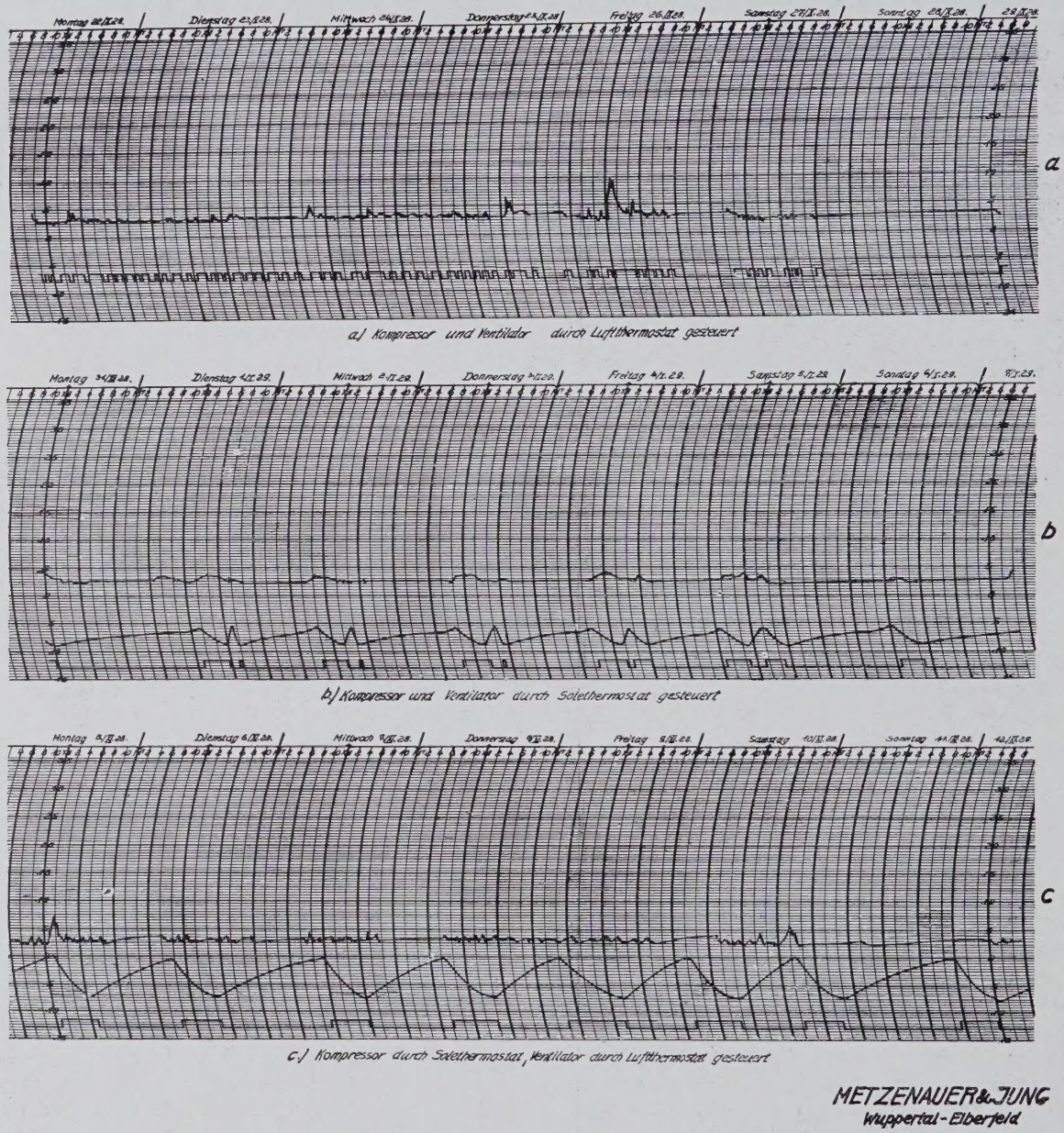



Abb. 10. AS-Kühlanlagen mit Wandberohrung und Ventilator.

sodaß die Berohrung jedesmal auftauen konnte. Der Ventilator wurde jeweils mit der Kühlmaschine automatisch ein- und ausgeschaltet. Infolge der Kältespeicherung in der Sole zeigte auch hier die Raumtemperatur nur sehr kleine Schwankungen. Die Gesamtlaufzeit der Maschine ist nur ein Bruchteil der Laufzeit bei Anordnung 10a. Die merkwürdigen Zacken in der Kennlinie der Soletemperatur rühren daher, daß der Raum nachts durch Oeffnen der Fenster stark abgekühlt wurde, während am Tage die Umgebungstemperatur durch Beheizung des Raumes auf 20 bis $25^0$ anstieg. Der Solethermoweil dort die rasche Erwärmung der Sole infolge der niedrigen Außentemperatur unterblieb.

Die günstigste Anordnung zeigt Abb. 10c. Hier wird in der gleichen Anlage die Soletemperatur durch einen Solethermostat überwacht, der auf 0 bis $-12^0$ eingestellt ist. Infolge dieses großen Temperatur-Intervalls kommt die Maschine durchschnittlich nur einmal am Tage in Betrieb und läuft dann 6 bis 8 Stunden. Trotzdem ist die Raumtemperatur sehr konstant, da der Ventilator durch einen besonderen Thermostat im Kühlraum gesteuert wird, der auf eine kleine Differenz eingestellt ist. Bei jedem Be-

gehen des Kühlraums springt also der Ventilator an und gleicht die Temperatursteigerung durch Einblasen von frischer Kaltluft aus. Schon nach wenigen Minuten ist der Ausgleich geschaffen, und der Ventilator kommt zur Ruhe. Die Laufzeit des Ventilators wird natürlich von der Soletemperatur beeinflußt, d. h. bei tiefgekühlter Sole läuft der Ventilator nur sehr kurze Zeit, wenn die Sole schon erwärmt ist, ist die Laufzeit höher. Die Maschine wird davon in keiner Weise berührt, solange der Solespeicher ausreicht. Erst wenn die Temperatur der Sole auf $0^0$ gestiegen und die Bereifung der Rohre verschwunden ist, setzt sich die Maschine in Betrieb. Diese getrennte Steuerung des Ventilators hat nicht nur eine hohe Wirtschaftlichkeit zur Folge, sondern sie ist auch sehr vorteilhaft für den Feuchtigkeitsgehalt des Kühlraumes, sodaß das Kühlgut weder zu feucht wird, noch vollständig austrocknet.

Eine derartige Anordnung ist bei allen Kompressor-Typen möglich, wenn ein Solethermostat im Solebehälter angeordnet wird, während ein zweiter Luftthermostat die Solepumpe und den Ventilator steuert.

Die vorstehend gezeigten Diagramme können natürlich nur einen kleinen Ueberblick über die vielen Anwendungsmöglichkeiten für die automatische Temperaturreglung geben. Wegen Platzmangel konnte leider nur diese kleine Auswahl charakteristischer Temperaturkurven aus den zahlreichen Diagrammen veröffentlicht werden, die uns von den verschiedenen Beziehern unserer automatischen Steuerung zur Verfügung gestellt wurden. Für diese liebenswürdige Mitarbeit sei den Firmen auch an dieser Stelle der verbindlichste Dank ausgesprochen. Die verschiedenen Diagramme haben gezeigt, daß es keine Schwierigkeit macht, in einem Kühlraum die Temperatur in den verlangten Grenzen mit großer Genauigkeit konstant zu halten, wenn geeignete Schaltgeräte verwendet werden, und wenn der Einbau an der richtigen Stelle erfolgt. Für den Temperaturregler ergibt sich die Forderung, daß der Temperaturfühler eine gewisse Größe haben muß, damit er den Mittelwert verschiedener Luftschichten mißt, und daß ferner die Temperaturgrenzen an Ort und Stelle verstellbar sein müssen, damit durch entsprechende Einstellung die verschiedenartigen Einwirkungen ausgeglichen werden können. Es geht daraus weiter hervor, daß es praktisch unmöglich ist, einen Raum-Temperaturregler vorher auf einen bestimmten Wert einzuregulieren, ohne nach erfolgtem Einbau eine Kontrolle der Einstellung vorzunehmen.

Die Temperaturregler, die bei Aufnahme der vorstehenden Diagramme ausnahmslos verwendet sind, zeigt Abb. 11. Diese Apparate wurden unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus einer sehr großen Zahl von vollautomatischen Steuerungen in Anlagen der verschiedensten Bauart entwickelt. Sie beruhen auf dem Prinzip der Flüssigkeitsausdehnung. Diese ergibt schon bei geringen Temperaturänderungen einen großen Hub, sodaß keinerlei Uebersetzung zwischen Antrieb und Schalter erforderlich ist. Es gibt daher bei dieser Konstruktion keinen toten Gang und keinen Kräfteverlust in Lagern und Uebersetzungsgliedern. Das Flüssigkeitsvolumen hat für jede Temperatur einen eindeutigen Wert, sodaß auch bei jahrelangem Betrieb und oftmaliger Ueberhitzung genau gleichbleibende Temperaturen eingehalten werden. Die Apparate sind mit einer Einstellscheibe ausgerüstet, die für einen Temperaturbereich von $30^0$ (z. B. $+15^0$ bis $-15^0$) unterteilt ist. Sowohl der Einschaltpunkt, wie der Ausschaltpunkt können ganz beliebig und unabhängig voneinander durch 2 Reiter eingestellt werden, sodaß also nicht nur die Temperatur, sondern auch die Temperaturdifferenz nach den Erfordernissen einer jeden Anlage gewählt werden können. Abb. 11 zeigt links die Vorder- und Rückansicht des Schalterkopfes, ganz rechts den geschlossenen Apparat. Dazwischen ist ein Feinregler abgebildet, der für sehr kleine Temperaturdifferenzen bis $^1/_4{}^0$ bestimmt ist, wie sie oft für wissenschaftliche Zwecke gefordert werden.

Für die Montage des Thermostaten ergibt sich bei Räumen mit Deckenberohrung, daß die nach unten fallende gekühlte Luft über das Temperaturrohr streichen muß, ohne durch Vorbauten, Konsolen u. dgl. abgeschirmt zu werden. Bei Kühlräumen mit Wandberohrung, die wohl stets mit einem Ventilator ausgerüstet sind, wird der Thermostat am zweckmäßigsten auf der dem Ventilator gegenüberliegenden Wand montiert, sodaß er von dem kalten Luftstrom getroffen wird. Sollte sich dabei eine zu große Schalthäufigkeit für die Maschine ergeben, so kann dies durch eine mehr oder weniger starke Isolierung des Temperaturrohres ausgeglichen werden. Bei einer solchen Anordnung ist selbstverständlich Voraussetzung, daß auch der Ventilator automatisch und zwar zusammen mit der Kältemaschine ein- und ausgeschaltet wird. Wenn dagegen der Ventilator nur zeitweise nach Gutdünken von Hand eingeschaltet wird, wie man es manchmal findet, so ist ein geregelter automatischer Betrieb überhaupt nicht möglich. Bei der Montage des Thermostaten ist außerdem zu beachten, daß das temperaturempfindliche Rohr sowohl von der Wand, wie vom Kühlgut mindestens 10 bis 15 cm entfernt ist, da es andernfalls durch die Wärmestrahlung stark beeinflußt wird. Besonders ungünstig ist die Befestigung in einer Ecke, die den Thermostaten der Strahlung

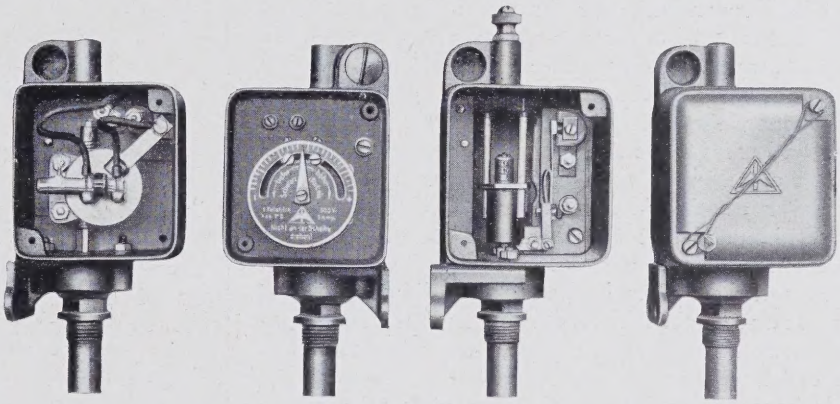


Abb. 11. Temperatur-Regler.

von 2 Seiten aussetzt, und ebenso ungünstig wirkt die Befestigung in der Nähe der Tür oder eines Ventilationsschachtes wegen der auftretenden Zugerscheinungen.

Werden diese Regeln beim Einbau der Thermostaten berücksichtigt, so bietet es keinerlei Schwierigkeit in einem oder mehreren Kühlräumen jede gewünschte Temperatur mit großer Gleichförmigkeit einzuhalten.

# Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft[1].

(Mitteilung aus dem Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe).

Von F. Naumann.

(Fortsetzung).

## 4. Die Aufstellung eines neuen empirischen Ansatzes für die spez. Wärme $c_p$ der Luft.

Die Verwendung von Ansätzen der zuletzt beschriebenen Art ist für alle weiteren mathematischen Entwicklungen, insbesondere Integrationen, wegen ihres einfachen Aufbaues im Vorteil, gegenüber geschlossenen Ausdrücken, wie sie etwa von Plank und Hausen für die spez. Wärme verwendet wurden. Sie scheiden aber aus, da sie nach unseren Erfahrungen bei der Anwendung auf das kritische und überkritische Gebiet zu einer zu großen Anzahl von Konstanten führen.

Aus diesem Grunde kamen für die Darstellung der Hausen'schen Versuche für Luft nur noch geschlossene Ausdrücke in Frage, und wir haben uns schließlich wieder für eine empirische Erfassung der $c_p$-Isobaren entschlossen, nachdem viele sehr mühevolle Versuche, das genauere $i/T$-Diagramm von Hausen geschlossen darzustellen, mißlungen waren. Es soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß die Freiheit in der Wahl mathematischer Funktionen nicht minder durch die später vorzunehmenden Integrationen eingeengt wird, welche mit Rücksicht auf die technische Verwendung der Gleichungen möglichst auf elementare Funktionen führen sollen.

Wir sind daher von den beiden von Plank entwickelten Gleichungen für $c_p$ ausgegangen und wollen versuchen, an Hand der vorliegenden Versuchsunterlagen eine geeignete Weiterentwicklung derselben anzubahnen.

Die Gleichung

$$c_p - c_{p_0} = \frac{\varphi_1(P)}{T - \varphi_2(P)} \tag{5}$$

stellt die Differenzen der spez. Wärme bei einem beliebigen Druck $P$ und beim Druck $P = 0$ als Hyperbeln dar. Die reziproken Werte der Differenz $(c_p - c_{p_0})$ ergeben demnach bei konstantem Druck als Funktion von $T$ gerade Linien.

$$\frac{1}{c_p - c_{p_0}} = a_1 \cdot T - b_1 \tag{5a}$$

Daß dabei für jeden Druck bei einer ganz bestimmten Temperatur $c_p$ unendlich groß ist, läßt sich innerhalb des Sättigungsgebietes durch die v. d. Waalssche Gleichung theoretisch sehr gut stützen.

Der Ansatz

$$c_p - c_{p_0} = \frac{C_1 \cdot P}{R \cdot T^{n+2} - C_2 \cdot P} \tag{6}$$

ergibt mit $n = 3$ für Wasserdampf in reziproker Darstellung bei einem bestimmten Druck in Abhängigkeit der Temperatur eine Parabel 5. Ordnung:

$$\frac{1}{c_p - c_{p_0}} = a_2 \cdot T^5 - b_2. \tag{6a}$$

Obschon diese Gleichungen denselben Meßbereich durch zwei verschiedene Zuordnungen in $T$ auffassen, ergeben beide Gleichungen sehr brauchbare Volumenwerte. Die zweite Form besitzt gegenüber der ersten den Vorteil, mit der Hälfte der Konstantenzahl auszukommen; dafür hat die erste den Vorteil einer geschlossenen Integrierarbeit. Außerdem läßt sie durch die freie Verfügung über die Druckabhängigkeit eine weitergehende Anpassungsmöglichkeit zu, als die zweite Form.

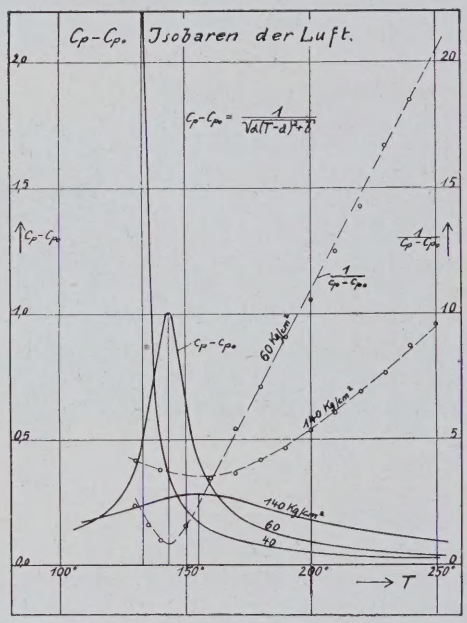



Abb. 2.

Um dies näher zu untersuchen, wurden die Reziprokwerte von $(c_p - c_{p_0})$ für konstante Drucke nach dem Diagramm von Hausen über $T$ aufgetragen. Es zeigte sich dabei für nicht zu tiefe Temperaturen eine sehr gute Bestätigung des Plank'schen Ansatzes (5). Wie Abb. 2 zeigt, lassen sich durch die angegebenen Punkte sehr gut Gerade legen (gestrichelt). Es handelt sich jetzt nur noch darum, diesen Ansatz derartig zu erweitern, daß durch denselben auch noch die Maxima der $(c_p - c_{p_0})$-Werte, deren Lage einen guten Anhaltspunkt für die Ermittlung der Druckabhängigkeit gewährleisten, mit einbegriffen werden können, ohne daß dadurch bei höheren Temperaturen der geradlinige Verlauf merklich gestört wird. Wir fanden, daß dieses Verhalten sehr gut durch die Gleichung

$$c_p - c_{p_0} = \frac{1}{\sqrt{a\,(T-a)^2 + b}} \tag{7}$$

dargestellt werden kann. Die Größe $b$ wird gegenüber dem ersten Summanden mit wachsender Tempe-

ratur schnell sehr klein und kann schließlich vernachlässigt werden, wodurch der Ausdruck wiederum die Form einer Geraden (5 a)

$$\frac{1}{c_p - c_{p_0}} = (T - a)\ \sqrt{\alpha} = a_1 \cdot T - b_1$$

annimmt. Die Größen $\alpha$, $a$ und $b$ in Gleichung (7) sind als noch näher zu bestimmende Druckfunktionen zu betrachten. Für das fragliche Maximum von $(c_p - c_{p_0})$ muß mit $T = T_m$

$$\left[\frac{\partial\,(c_p - c_{p_0})}{\partial\,T}\right]_P = \frac{\alpha\,(T_m - a)}{\sqrt{[\alpha\,(T_m - a)^2 + b]^3}} = 0$$

werden. D. h.

$$T_m - a = 0$$

oder

$$T_m = a$$

Die Größe $a$ wurde nach der $c_p$-$T$-Tafel von Hausen empirisch als Druckfunktion festgelegt und gibt demnach die Temperaturen an, bei denen das Maximum

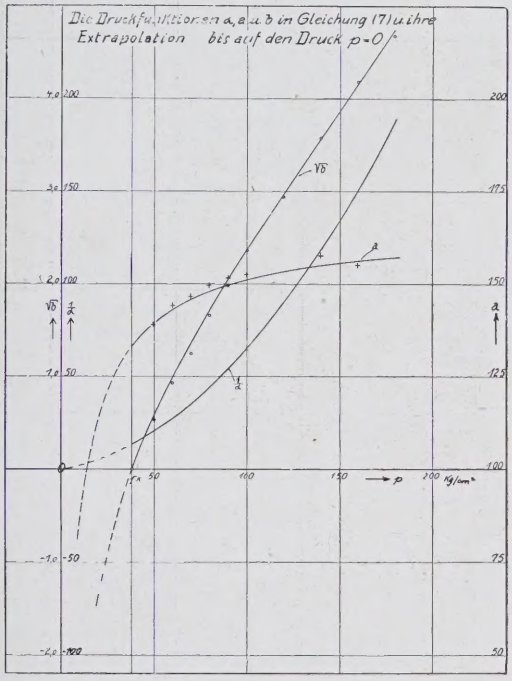



Abb. 3.

bezw. im kritischen Punkt das Unendlich-werden von $c_p$ eintritt. Setzt man in die Gleichung (7) für den speziellen Fall $T = a$ ein, so erhält man für die Maximalwerte von $(c_p - c_{p_0})$ den Ausdruck

$$(c_p - c_{p_0})_{max} = \frac{1}{\sqrt{b}}.$$

Diese Werte wurden ebenfalls empirisch als Druckfunktion aus der $c_p$-$T$-Tafel von Hausen festgelegt. Die noch freie Konstante $\alpha$ ergibt sich dann aus $a$, $b$ und $(c_p - c_{p_0})$ als Druckfunktion bei irgend einer Temperatur $T$.

Auf diese Weise ergaben sich folgende Druckfunktionen, die so gewählt wurden, daß später das genauere $i$-$T$-Diagramm von Hausen möglichst gut wiedergegeben wurde. (Abb. 3).

$$a = f_1\,(p) = \frac{p}{0{,}00606\,p + 0{,}056}$$

$$\sqrt{b} = f_2\,(p) = 0{,}0276\,p - \frac{39{,}8}{p}$$

$$1/\alpha = f_3\,(p) = 0{,}156\,p + 0{,}0049\,p^2.$$

Durch die Wahl der Funktion für $b$ wird $c_{p\,kr}$ unendlich groß, was nur für reine Stoffe mit einer Komponente streng richtig ist. Für Luft als einem im wesentlichen binären Gemisch wird $c_{p\,kr}$ wohl sehr groß, bleibt aber doch endlich. Da die kritische Isobare von Hausen selbst nicht angegeben ist, wie überhaupt der Verlauf der $c_p$-Kurven wegen ihres steilen Anstieges in der unmittelbaren Umgebung des kritischen Punktes noch unsicher erscheint, haben wir wegen der mangelhaften Kenntnis des endlichen Wertes von $c_{pkr}$ diesen Wert wie bei Einkomponenten-Systemen unendlich werden lassen.

Die $c_p$-Gleichung enthält demnach außer $c_{p_0}$ 6 Konstanten, von denen sich jedoch zwei durch die kritischen Daten $T_k$ und $P_k$ ersetzen lassen, sodaß nur 4 empirische Konstanten übrig bleiben. Wir haben die Einführung von $T_k$ und $p_k$ vermieden, weil so die Ausdrücke für zahlenmäßige Rechnungen eine bequemere Form besitzen.

Die so entwickelte Formel (7) bezog sich zunächst auf das überkritische Gebiet. Sie ließ sich aber durch geeignete Wahl ihrer Druckfunktionen $f_1$, $f_2$ und $f_3$ auch auf das unterkritische Gebiet extrapolieren.

## 5. Thermodynamische Auswertung und Prüfung der gewonnenen $c_p$-Gleichung.

### a) Die calorische Zustandsgleichung.

Die angegebene $c_p$-Gleichung soll jetzt mit Hilfe der thermodynamischen Beziehungen zu einer Gleichung für die Enthalpie $i$ (calorische Zustandsgleichung) und das Volumen $v$ (thermische Zustandsgleichung) weiter entwickelt werden. Insbesondere soll dabei das Verhalten der willkürlichen Integrationsfunktionen untersucht werden.
Aus der Formel

$$c_p = \left(\frac{\partial\,i}{\partial\,T}\right)_P$$

ergibt sich für die Enthalpie mit Gl. (7)

$$i - i_0 = \int \frac{d\,T}{\sqrt{\alpha\,(T - a)^2 + b}} + \varphi\,(P).$$

Der Wert $i_0$ entspricht der Integration von $\int c_{p_0} \cdot dT$. Die Integration liefert den Ausdruck

$$i = i_0 + \frac{1}{\sqrt{\alpha}}\,ln\left[\frac{(T - a) + \sqrt{(T - a)^2 + m}}{\sqrt{m}}\right] + \varphi(P) \quad (8)$$

in welcher Gleichung noch $b/\alpha = m$ gesetzt wurde. Die zahlenmäßige Auswertung der Gleichung bei konstantem Druck und verschiedenen Temperaturen ergab im Vergleich mit den $i$-Werten nach Hausen, daß sich $\varphi\,(P)$ bei verschiedenen Temperaturen recht gut konstant hielt, aber mit dem Druck eine starke Veränderlichkeit zeigte.

Die $i$-Gleichung enthält noch eine Unbequemlichkeit. Für den kritischen Druck wird $b = 0$ und daher $m = 0$; damit wird der zweite Summand unendlich groß. Da dann auch $\varphi\,(P)$ unendlich werden muß, wird der Ausdruck unbestimmt. Man

kann dies vermeiden, wenn die nur vom Druck abhängige Größe $\sqrt{m}$ zu $\varphi(P)$ geschlagen wird, was den Ausdruck

$$i = i_0 + \frac{1}{\sqrt{\alpha}} ln\left[(T-a)+\sqrt{(T-a)^2+m}\right]-\left[\frac{ln\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}-\varphi(P)\right] \quad (8\,a)$$

ergibt. Die Summe $\left[\frac{ln\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}} - \varphi(P)\right]$ wurde in $\varphi_0(P)$ zusammengefaßt und empirisch als

$$\varphi_0(P) = \sqrt{6{,}2\,p + 0{,}192\cdot p^2}$$

gefunden. Die $i$-Gleichung wird damit durch zwei neue Konstanten bereichert. Für die Darstellung des Systems der $i$-Werte brauchen wir also 6 empirische Konstanten.

Abb. 4 zeigt die Uebereinstimmung mit dem von Hausen entworfenen $i$-$T$-Diagramm. Die größten Abweichungen ergeben sich in der Nähe der Sättigungslinie. Im kritischen Punkt wird $i_k$ nach unserer Formel wegen $T_k = a_k$ und $m = 0$ unendlich groß, während $i_k$ in Wirklichkeit endlich ist. Obschon also die Verhältnisse im $c_p$-$T$-Diagramm bei den kritischen Daten richtig wiedergegeben werden, wird unser Ansatz durch die für $i$ vorzunehmenden mathematischen Operationen an dieser Stelle falsch. Es müßte in Zukunft bei der Wahl eines Ansatzes für $c_p$ versucht werden, diesen Fehler zu vermeiden. Da uns dies in Rücksicht auf eine Integrierbarkeit der $c_p$-Gleichung nicht gelungen ist, verzichteten wir auf die Giltigkeit der Zustandsgleichung in unmittelbarer Nähe des kritischen Punktes. Wichtig aber bleibt, daß das überkritische Gebiet zum ersten Mal gut wiedergegeben werden kann.

Es muß noch angegeben werden, daß unsere ($c_p$—$c_{p_0}$)-Kurven in Bezug auf die Ordinate ihres Maximums symmetrisch sind, was nicht genau den Tatsachen entspricht. Wir haben uns jedoch vorerst damit begnügt, eben noch den Maximalwert von $c_p$ richtig wiederzugeben, weil die $c_p$-Werte auf der linken Seite des Maximalwertes der $c_p$-Isobaren in Abb. 2 experimentell noch ziemlich unsicher sind.

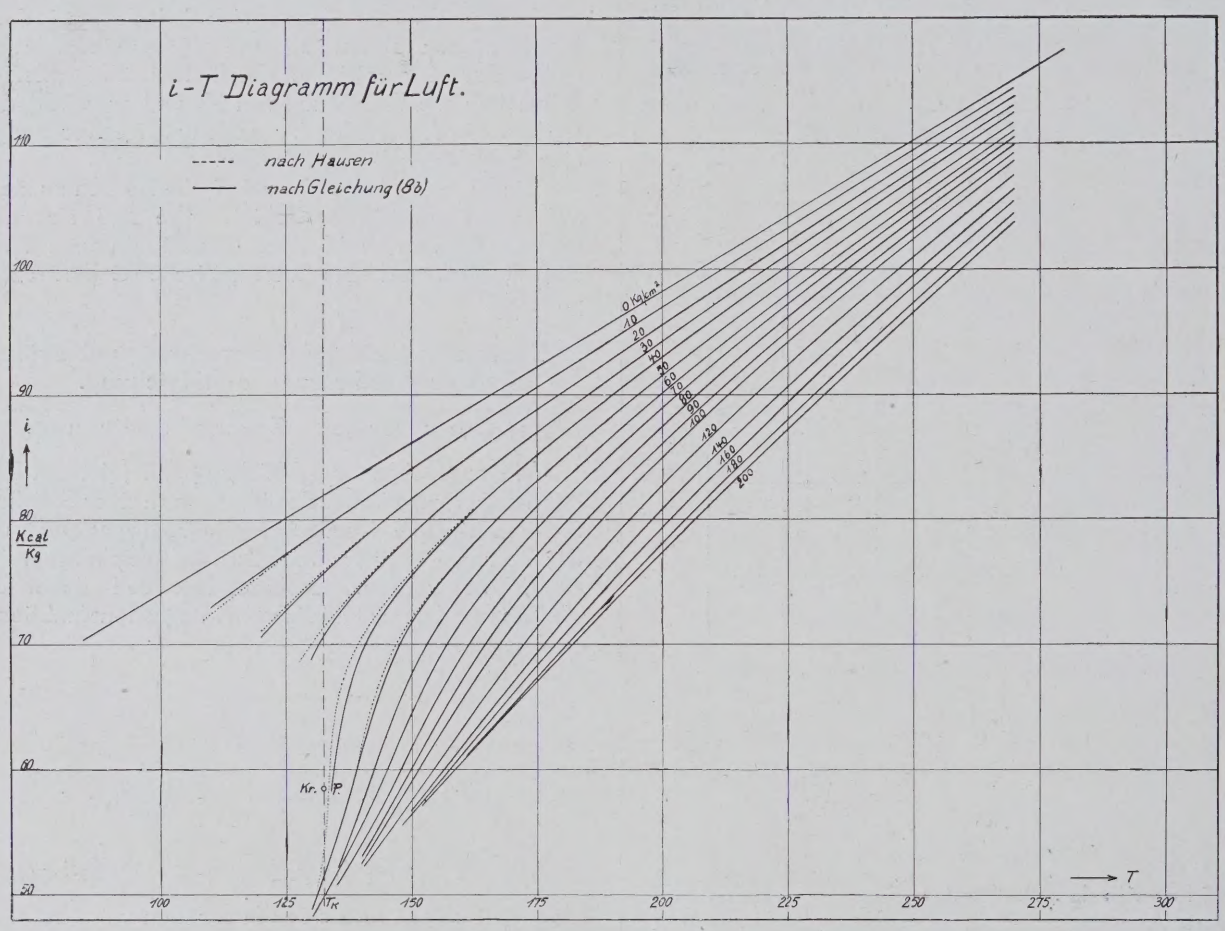



Abb. 4.

Infolgedessen zeigen auch die $i$-$T$-Kurven unterhalb ihres Wendepunktes bei tiefen Temperaturen (unterhalb $t_k = -133^0$) mehr oder weniger Abweichungen. Jedoch dürfte zunächst durch die Formel

$$i - i_0 = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} ln\left[(T-a)+\sqrt{(T-a)^2+m}\right]-\varphi_0(P) \quad (8b)$$

mit $i_0 = 0{,}241.\ T + 50$ und den bereits angegebenen Gleichungen für $\alpha$, $a$, $b$ und $\varphi_0(P)$ eine einfache Wiedergabe des Systems der $i$-Werte für das Temperaturintervall von $T = 140$ bis $T = 273$ und Drücke von $p = 0$ bis $p = 200$ kg/cm$^2$ gefunden sein.

(Schluß folgt.)

# Die Anwendung des i-ξ-Diagramms zur Berechnung periodischer Absorptions-Kältemaschinen.[1]

Von Dipl.-Ing. H. Radek, Freienwalde (Oder).

Nicht nur kontinuierliche, sondern auch periodische Absorptionsmaschinen lassen sich mittels des *i*-ξ-Diagramms[2]) in sehr anschaulicher Weise berechnen, worauf meines Wissens bisher noch nicht hingewiesen wurde. Eine andere Berechnungsart ist z. B. von Dr.-Ing. Linge[3]) angegeben worden. Diese wird zum Vergleich herangezogen.

Im *i*-ξ-Diagramm für Wasser-Ammoniakgemische ist über dem Ammoniakgehalt ξ der Wärmeinhalt *i* aufgetragen. Es enthält für jeden Wert des Druckes eine Sättigungslinie (Zustand des trocken gesättigten Dampfes) und eine Siedelinie (Zustand siedender Flüssigkeit). Zwischen beiden liegt das Naßdampfgebiet. Dampf und Flüssigkeit sind miteinander im Gleichgewicht, wenn sie gleiche Temperatur haben. Die Isothermen im Naßdampfgebiet sind Geraden. Wenn der Zustandspunkt des Naßdampfes gegeben ist, so gibt die zugehörige Isotherme durch die Längen ihrer Abschnitte *a* (unten) und *b* (oben) den Dampfgehalt *d* und den Flüssigkeitsgehalt *f* des Gemisches an:

$$\frac{a}{a+b}\cdot 100 = d\,\% \qquad \frac{b}{a+b}\cdot 100 = f\,\%$$

Im folgenden sind die Zustandspunkte auf der Siedelinie durch eine Zahl, die des Sattdampfes durch die Zahl mit Index „$d$", und die des zugehörigen Naßdampfes durch Zahl und Index „$n$" bezeichnet.

Es werde eine einfache, verlustlose Maschine betrachtet, die nur aus den beiden Behältern *A* (Austreiber und Aufsauger) und *V* (Verflüssiger und Verdampfer) besteht.

## 1. Heizperiode.

### a) Drucksteigerung.

Vor Beginn der Heizperiode herrscht in *A* niedriger Druck $p_1$. (Der Druck muß so niedrig sein, daß bei der höchstzulässigen Verdampfertemperatur $t_6$ der Verdampferinhalt ganz oder größtenteils in Form von Sattdampf bestehen kann.) Die Temperatur vor dem Kochen ist die tiefste, die sich durch Kühlwasser erreichen läßt, also etwa $t_1 = 25\,^0$C. Die Konzentration der Flüssigkeit ergibt sich aus dem Diagramm. (Zustandspunkt 1 = Schnittpunkt der Siedelinie mit $t = t_1$).

Außer der Flüssigkeit befindet sich im Apparat noch soviel Dampf (Zustandspunkt $1_d$), wie nötig ist, um den Druck $p_1$ im Dampfraum ($V - V_{Fl}$) aufrecht zu erhalten, d. h. je kg Gemisch:

$$d_1 = \frac{v - v_{Fl}}{v_1''}\cdot 100\,\%$$

hierin ist der spezifische Rauminhalt des Apparates: $v$, der Flüssigkeit: $v_{Fl}$, des nahezu reinen Ammoniakdampfes vom Zustand $(p_1, t_1)$: $v_1''$.

$d$ kg Sattdampf ($NH_3$-Gehalt $\xi_{1d}$) und $(1-d)$ kg siedende Flüssigkeit ($NH_3$-Gehalt $\xi_1$) werden aufgefaßt als 1 kg Naßdampf vom Gehalt $\xi_0 = d_1 \cdot \xi_{1d} + (1-d)\cdot\xi_1$. Punkt $1_n$ liegt auf der Isotherme $t = t_1$ so, daß ihre Abschnitte sich verhalten wie $d_1$ zu $(1-d_1)$. Es empfiehlt sich, die ganze Rechnung zu beziehen auf 1 kg Gemisch vom $NH_3$-Gehalt $\xi_0$.

Die Drucksteigerung auf $p_2$ ata erfolgt dadurch, daß weitere Flüssigkeit verdampft. Dabei steigt die Temperatur auf $t_2$, jedoch sinkt der $NH_3$-Gehalt der Flüssigkeit und der des Dampfes auf $\xi_2$ bezw. $\xi_{2d}$. Die gesamte Dampfmenge ist jetzt

$$d_2 = \frac{v - v_{Fl}}{v_2''}\cdot 100\,\%$$

Der Dampfraum $(v - v_{Fl})$ kann als konstant angesehen werden. $v_2''$ bezieht sich auf den Zustand 2 $(p_2, t_2)$. Der Zustand des Dampfes $(2_d)$ und des Naßdampfgemisches $(2_n)$ ergibt sich wieder aus dem Diagramm.

### b) Eigentliche Austreibung.

Der Druck $p$ wird solange steigen, bis bei der durch die Kühlwasserverhältnisse bedingten Verflüssigertemperatur der ausgetriebene Dampf kondensiert wird. Bei weiterem Heizen bleibt der Druck konstant, die ausgetriebenen Teilchen werden sogleich kondensiert.

Die Heizperiode ist beendet, sobald die festgesetzte Endtemperatur $t_3$ (z. B. 100 $^0$C) erreicht ist. Die Naßdampfisotherme $t = t_3$ gibt durch ihren unteren Endpunkt 3 den Zustand der Kocherflüssigkeit nach dem Heizen, durch den oberen Endpunkt $3_d$ den Zustand der zuletzt ausgetriebenen Dampfteilchen an. Die Schwierigkeit liegt nun darin, daß sich der Zustand des ausgetriebenen Dampfes während des Kochens dauernd geändert hat. Der erzeugte Dampf verläßt den Austreiber sofort und nimmt an der weiteren Erwärmung nicht teil. Man kann sich hier helfen, indem man mit einem mittleren Dampfzustand rechnet, (d. h. $NH_3$-Gehalt $\xi_{Md} = \frac{\xi_{2d} + \xi_{3d}}{2}$; Wärmeinhalt $i_{Md} = \frac{i_{2d} + i_{3d}}{2}$). Der Zustandspunkt *M* ist der Mittelpunkt der Strecke (genauer des Kurvenstücks) $2_d\,3_d$. Nun ziehe man $\overline{3M}$; der Schnittpunkt $M_n$ dieser Strecke mit der Vertikalen $\xi_0$ gibt den gesuchten Wärmeinhalt $i_{Mn}$ am Ende der Heizzeit (ohne Berücksichtigung der inzwischen erfolgten Kondensation.)

Die dem Gemisch zugeführte Heizwärme ist $q_w = (i_{Mn} - i_{1n})$ kcal/kg Gemisch, d. i. die Strecke $1_n M_n$. Hiervon diente $(i_{2n} - i_{1n})$ zur Druckerhöhung,

$(i_{Mn} - i_{2n})$ zur eigentlichen Austreibung.

Der Strecke $\overline{3M}$ kommt im Wärmediagramm keine Bedeutung zu. Sie entspricht nicht etwa einem Gleichgewichtszustand, sondern ist nur ein graphisches Hilfsmittel zur Berechnung von $q_w$. Die ausgetriebene Menge ist

$$d_3 = \frac{a_3}{a_3 + b_3}\cdot 100\,\%$$

---

[1]) Mitteilung aus dem Kältetechnischen Seminar der Technischen Hochschule Berlin (Prof. Dr.-Ing. Loeniger.)

[2]) Merkel, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie 1928, Heft 7 und 8, und Merkel-Bosnajakovic, Diagramme und Tabellen zur Berechnung der Absorptionskältemaschinen, Springer 1929.

[3]) Dr.-Ing. K. Linge, über periodische Absorptionskältemaschinen. Beiheft zur Z. f. d. ges. Kälte-Industrie Reihe II, Heft 1.

Die je kg Gemisch nutzbar ausgetriebene Dampfmenge ist $(d_3 - d_2)$ kg.

Die oben angegebene Nährungsrechnung gewinnt große Berechtigung bei einer Maschine mit Wasserabscheider, seine Wirkung sei dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfe z. B. bis auf 1% wasserfrei in den Verflüssiger gelangen. Dann wäre also $\xi_{Md} = 99\%$ zu setzen. Die im Wasserabscheider abzuführende Wärme tritt bei dieser Rechnung nicht in Erscheinung, als Heizwärme ergibt sich nur die Summe der Beträge, die dem ausgetriebenen Dampf (Zustand hinter Abscheider) und der Kocherflüssigkeit zugeführt wurden.

c) Verflüssigung.

Die Kondensatorleistung ist dasjenige Stück der Linie $\xi = \xi_{Md}$, das im Naßdampfgebiet liegt, also $Q_K = \overline{M4} = i_{Md} - i_4$. Es ist die Verdampfungswärme eines Gemisches von 99% $NH_3$-Gehalt. Die Größe $Q_K$ ist nur mit dem Bruchteil $(d_3 - d_2)$ $Q_K = q_K$ in die Wärmebilanz einzusetzen, da wir auf 1 kg Füllung, nicht auf 1 kg ausgetriebenen Dampf beziehen.

## II. Kühlperiode.

a) Drucksenkung.

Dazu muß die Kocherflüssigkeit die Dampfmenge $(d_2 - d_1)$ kg/kg wieder absorbieren. Der Zustandspunkt der Flüssigkeit nach dieser Absorption, Punkt 7, liegt auf der Siedelinie $p = p_1$. Die dabei abzuführende Wärmemenge ist $q'_A = g_3 \cdot (i_3 - i_7)$ kcal/kg Gemisch. Ferner ist $\xi_7 \approx \xi_3$; $g_7 \approx g_3$ (die genauen Werte $\xi_7 > \xi_3$; $g_7 > g_3$ lassen sich mit Hilfe der Isothermenabschnitte berechnen, wenn man $(g_3 + d_2)$ kg Naßdampf vom Gehalt $\frac{g_3 \cdot \xi_3 + d_2 \cdot \xi_{Md}}{g_3 + d_2}$ betrachtet).

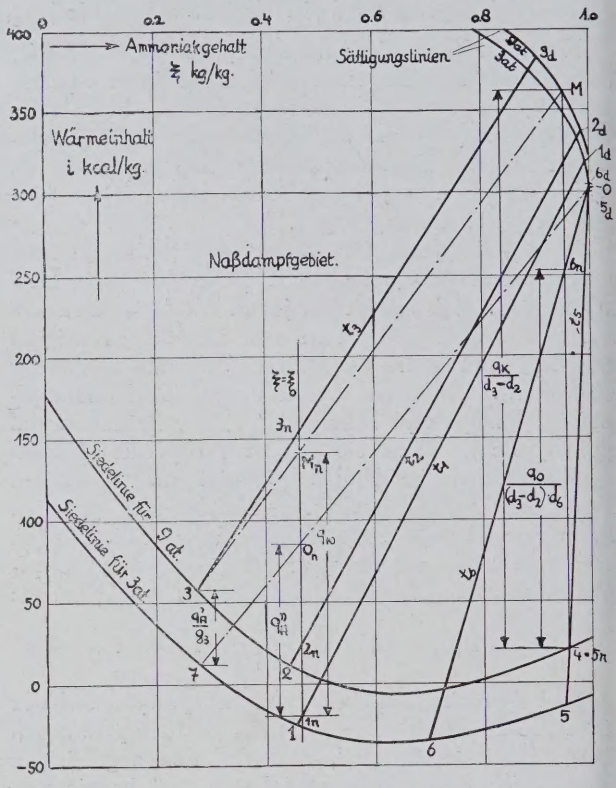



Abb. 1. i-ξ-Diagramm für eine periodische Absorptionsmaschine mit Wasserabscheider.

Zahlentafel I.

Angenommen: oberer Druck 9 ata
unterer Druck 3 ata
Kocheranfangstemperatur 25° C
Kocherendtemperatur 100° C

Der Ammoniakgehalt der Kocherflüssigkeit sinkt bei der Austreibung von 45,5% auf 27,4%.

| | | ohne | mit Wasserabscheider | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $H_2O$-Gehalt des ausgetriebenen Dampfes | % | 6,0 | 2,0 | 1,0 | 0,0 |
| Insgesamt ausgetriebene Menge | % der Füllung | 27,3 | 26,1 | 25,7 | 25,4 |
| Nutzbar ausgetriebene Menge | % der Füllung | 25,4 | 24,2 | 23,9 | 23,5 |
| Heizwärme | kcal/kg | 167,7 | 159,2 | 155,4 | 147,8 |
| Kondensatorwärme | kcal/kg | 86,9 | 77,8 | 73,8 | 67,0 |
| Kälteleistung | kcal/kg | 47,9 | 58,3 | 61,9 | 64,7 |
| Absorberwärme nach Bilanz | kcal/kg | 128,7 | 139,7 | 143,5 | 145,5 |
| Flüssigkeitsrest im Verdampfer | % der Füllung | 4,6 | 1,6 | 0,9 | 0,0 |
| Absorberwärme nach Diagramm | kcal/kg | 146,2 | 146,6 | 146,8 | 146,9 |
| Abweichung | kcal/kg | +17,5 | +6,9 | +3,3 | +1,4 |
| Tiefste Verdampfertemperatur | °C | —7,9 | —9,0 | —9,4 | —9,7 |
| Tiefste Kondensatortemperatur | °C | +22,6 | +21,5 | +21,2 | +20,8 |

| Für $q = 1100$ kcal und 1% $H_2O$ ist | | nach Dr.-Ing. Linge |
|---|---|---|
| die Füllung: $\frac{1100}{61,9} =$ | 17,78 kg Gemisch. | 15,83 kg Gemisch |
| $=$ | 8,07 kg $NH_3$ | 7,90 kg $NH_3$ |
| | + 9,71 kg $H_2O$ | 7,93 kg $H_2O$ |
| Heizwärme | 2765 kcal/kg | 2580 kcal/kg (ohne Verluste). |
| Kondensatorwärme | 1310 kcal/kg | 1350 kcal/kg |
| Kälteleistung | 1100 kcal/kg | 1015 kcal/kg |
| Absorberwärme | 2555 kcal/kg | 2500 kcal/kg |

je Kochung

b) Verdampfung.

Der Zustand ($i_4$; $\xi_{Md}$) des flüssigen Verdampferinhaltes ist bei der Drucksenkung unverändert geblieben, nur liegt Punkt $4 = 5_n$ jetzt nicht mehr auf, sondern über der gültigen Siedelinie, es ist Teilverdampfung eingetreten. Außerdem ist die Temperatur auf $t_5$ gesunken.

Die weitere Verdampfung entspricht genau dem Vorgang des Austreibens (I,*b*). Durch Wärmezufuhr wird der Behälterinhalt gänzlich oder größtenteils zum Verdampfen gebracht. Die Temperatur steigt dabei auf $t_6$. Die Erwärmung des Verdampfers ist durch den Verwendungszweck begrenzt. Je höher $t_6$ liegt, desto eher erreicht man vollständige Verdampfung, desto schwächer wird aber auch — gegen Ende — die Kühlwirkung. Die Zunahme an Wärmeinhalt, d. i. die Kälteleistung, läßt sich auf der Geraden $\xi = \xi_{Md}$ ablesen. Der Wärmeinhalt vor der Verdampfung, $i_4 = i_{5n}$, ist bekannt. Der Wärmeinhalt $i_6$ nach der Verdampfung ist ebenso zu bestimmen wie $i_{Mn}$ bei der Austreibung. Der Fehler, den man begeht, wenn man $i_6$ auf der Isotherme $t_6$ abliest, anstatt wieder mit einem mittleren Dampfzustand (Punkt 0) zu rechnen, ist gering, da die äußersten Zustandspunkte $5_d$ und $6_d$ ziemlich dicht beieinander liegen.

c) Absorption.

In die Wärmebilanz ist als Kälteleistung einzusetzen (nur $\frac{a_6}{a_6 + b_6} \cdot 100\,\% = d_6\,\%$ verdampfen):

$$q_0 = (d_3 - d_2) \cdot (i_6 - i_5).$$

Am einfachsten ist es, jetzt die Absorptionswärme aus der Wärmebilanz zu bestimmen:

$$q_a = q_w + q_0 - q_K$$

hiervon wurde $q'_a$ bei der Drucksenkung und $q_a'' = q_a - q_a'$ während der eigentlichen Absorption abgeführt.

In $q_a''$ sind auch die Wärmemengen enthalten, die bei der zum Schluß stattfindenden Entwässerung des Verdampfers verbraucht werden. Diese Vorgänge — Förderung des Flüssigkeitsrestes, Erwärmung von $t_6$ auf $t_7$ und Auflösung in der Kocherflüssigkeit — lassen sich im Diagramm kaum verfolgen, dies ist nur beim eigentlichen Absorptionsvorgang möglich. Er wird dabei als zeitlich rückwärts verlaufende Austreibung angesehen. Am Anfang sind $d_3$ kg Dampf (Zustand 0) und $g_7$ kg Flüssigkeit (Zustand 7) vorhanden. Der Wärmeinhalt am Anfang ist $i_{0n}$ Schnittpunkt der Geraden $\xi = \xi_0$ mit der Geraden $\overline{07}$), der Zustand am Ende muß natürlich wieder Zustand I sein, daher ist dann

$$q_a'' = i_{0n} - i_{1n}.$$

Diese graphisch ermittelte Wärmemenge weicht umso mehr von der oben berechneten ab, je mehr Wasser im Verdampfer zurückgeblieben ist; diese Abweichung ist jedoch kein Fehler, sondern ist begründet. Bei wasserfreiem Dampf ist die Uebereinstimmung zwischen Bilanz und Diagramm gut. Die Ergebnisse der Zahlenrechnung zeigt die Tabelle. Ohne jede Berechnung sieht man schon aus dem Diagramm, wie die Kälteleistung erheblich zunimmt bei guter Wasserabscheidung und möglichst vollständiger Verdampfung.

# Die Kühlanlagen der Kühlfisch-Aktien-Gesellschaft Wesermünde.

Von Dr. Walter Schlienz, Wesermünde.

Die Kühlfisch-AG. Wesermünde errichtete im Jahre 1924/25 an der Ostseite des Fischereihafens in Wesermünde eine Versuchsanlage zur Erprobung der Verwendung der Ottesen-Patente für einen Großbetrieb. Die Anlage wurde, da Platz genug vorhanden war, langgestreckt zur ebenen Erde erbaut. Die Anlage hat eine Länge von fast 90 Metern und eine Breite von etwa 12½ Metern. Bei ihrer Errichtung galt als Grundprinzip der Gedanke, daß Fließarbeit wirtschaftlicher sei als die Ausführung umfangreicher Arbeit an festen Plätzen.

In einer großen Empfangshalle, die zur Aufnahme der in der Auktion erworbenen Fische dient, werden die Fische in große Waschbottiche geschüttet, in denen sich in einiger Höhe vom Boden Grätings zur Aufnahme der Ware befinden. Die Fische werden hier in beständig zu- und abfließendem Leitungswasser sorgfältig gespült. Die gereinigten Fische werden in flache Drahtkörbe gepackt, die mittels eines Kranes in den Tiefkühlapparat eingebracht werden. Die Tiefkühlanlage vermag 30000 Pfund Fische innerhalb 24 Stunden zu verarbeiten, und in den Lagerräumen können 300000 Pfund tiefgekühlte Fische untergebracht werden. Die Anlage arbeitet genau wie die nachstehend beschriebene.

Da die Räume der Anlage bald zu klein wurden, wurde Ende 1926 im sogenannten Fischindustriegebäude in Bremerhaven eine neue Anlage (Abb. 1) errichtet.

Es sind im wesentlichen vier Arbeitsgebiete im Bremerhavener Betriebe der Kühlfisch-AG. zu unterscheiden. Dieses sind:

1. der Einfrierbetrieb,
2. das Kühllagerhaus,
3. die Filetieranlage,
4. die Eisfabrik.

Die Tiefkühlanlage wurde im Erdgeschoß untergebracht. Der Aufnahmeraum (Abb. 2) ist als große mit vielen Kühlschlangen versehene Halle hergerichtet und im Erdgeschoß des Anbaues untergebracht worden und durch Türen mit dem Generatorraum verbunden. Der Grundriß des Erdgeschosses zeigt (Abb. 3) ferner, daß der Zugang sowohl von der Vorder- als auch von der Hinterrampe erfolgen kann, ohne daß der Tiefkühlraum betreten wird. Dies ist darum wichtig, weil auf diese Weise aus dem Aufnahmeraum zu den Tiefkühlapparaten hin gearbeitet werden kann, ohne daß die Arbeitsvorgänge bei Anlieferung der gekauften Fische gestört werden.

Dem Tiefkühlbehälter wurde auch hier die Form eines Langgenerators (Abb. 4) gegeben. Er hat eine Leistung von 40000 Pfund Fisch in 24 Stunden. Die Gedanken über die Vervollkommnung der Tiefkühlapparate, die in den letzten Jahren aufgetaucht waren, gruppieren sich um die Lösung der Frage, wie eine solche Einrichtung am zweckmäßigsten so gebaut würde, daß gegebenenfalls auch eine Unterbringung an Bord eines Schiffes stattfinden könne. Diese Frage wurde durch Anordnung der Tiefkühlapparatur in Form eines Rades (Abb. 5) gelöst. Ein solcher Rundgenerator wurde versuchsweise in der Bremer-

havener Anlage der Kühlfisch-AG. neben dem Langgenerator aufgestellt. Er erhielt dieselben Abmessungen die man ihm an Bord eines Fischdampfers geben würde. Die Leistung dieses Rades beträgt 60 000 Pfund Fisch in 24 Stunden.

den Packraum. Ein völlig isolierter Fahrstuhl stellt von hier aus die Verbindung zu den Kühlräumen in den Stockwerken des Hauptgebäudes her.

Die ersten vier Stockwerke des Hauptgebäudes sind als Kühllagerräume eingerichtet (Abb 7 und 8)

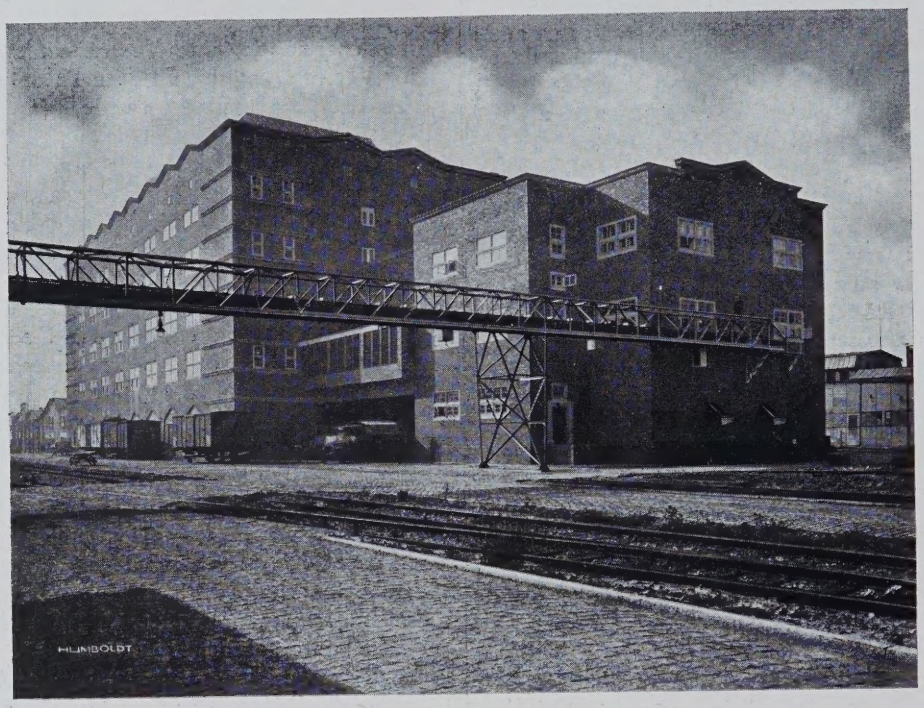



Abb. 1. Ansicht des Bremerhavener Betriebes der Kühlfisch-A.-G.

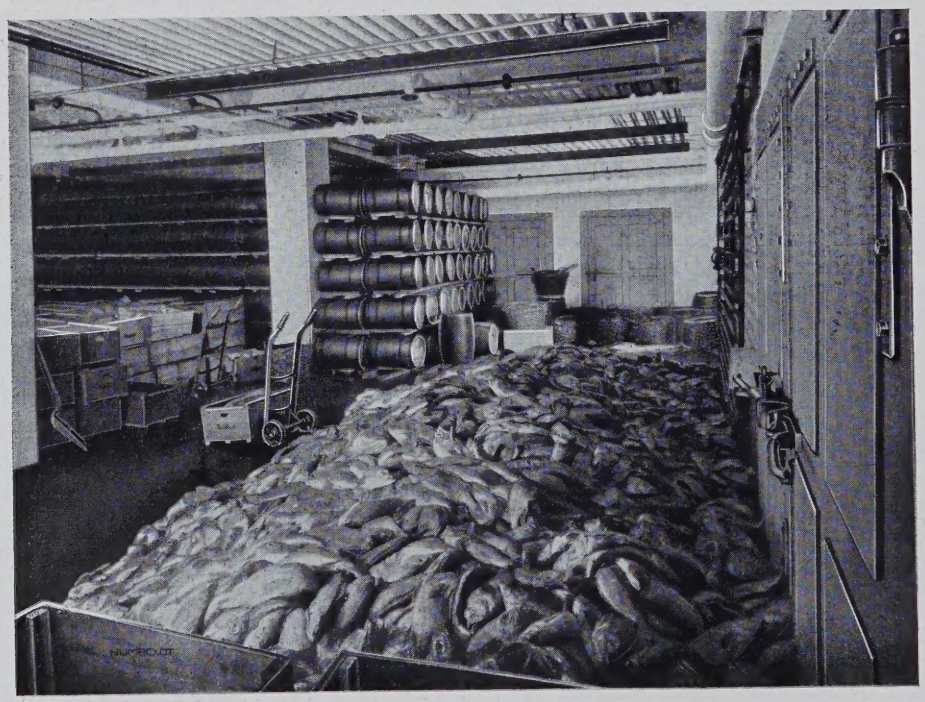


Abb. 2. Betrieb Bremerhaven. Die Aufnahmehalle.

Da man sich aber über das einwandfreie Arbeiten des Rades von vornherein nicht klar war, so konnte auf den Langgenerator, der sich in der Wesermünder Anlage bestens bewährt hatte, nicht verzichtet werden.

An den Tiefkühlraum schließt sich der Glasierraum (Abb. 6) an, der ebenfalls mit Kühlschlangen versehen ist. Vom Glasierraum führt ein Transportband in

worden, und zwar sind im ersten und zweiten Stock große Räume von 80 bis rund 200 $m^2$ Grundfläche im dritten und vierten Stock kleinere Räume von 30 bis 50 $m^2$ Grundfläche gebaut worden. Die Kühlung der Räume erfolgt durch ein ausgedehntes Rohrsystem in dem Ammoniak verdampft.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wird kontrolliert. Die Temperatur in jedem Raum kann in den Grenzen von —16 Grad Celsius bis zur herrschenden Außentemperatur beliebig verändert werden. Die Räume sind mit elektrischen Fernthermometern und zum Teil außerdem noch mit Quecksilberthermometern ausgestattet. Erweisen sich die Räume als zu trocken, so ist es zweckmäßig, Wasser in ihnen zu vernebeln.

Die Kühlräume werden durch elektrische Lampen beleuchtet, deren Schalter auf den Fluren angebracht sind. Wenn das Licht in einem Raum eingeschaltet ist, brennt eine Glimmlampe auf dem Flur über der Eingangstür des betreffenden Raumes als Zeichen dafür, daß sich Personen in dem Raum aufhalten. Die Türen dürfen in solchem Falle von außen nicht verschlossen werden, da ein längeres unfreiwilliges Verweilen in einem Raum bei derart tiefen Temperaturen tödliche Folgen haben kann.

Ueber dem Aufnahmeraum im Anbau befindet sich der Eiserzeuger. Die Säulen des Aufnahmeraumes sind besonders verstärkt worden, um den schweren Apparat von ungefähr 300 Tonnen Gewicht tragen zu können. Da die zum Ziehen des Eises erforderlichen Kräne in ganzer Breite durch das Geschoß laufen, so konnten in der Eisfabrik Säulen zur Stützung des darüber befindlichen Bürogeschosses nicht aufgestellt werden. Der Boden des Bürogeschosses wurde daher an den Wänden und an den Dachbindern des Anbaues mittels geeigneter Konstruktionen aufgehängt. Der Eiserzeuger der Eisfabrik hat ein Fassungsvermögen von 30 t Eis, von denen in 24 Stunden jeweils 10 t ausgefroren werden. Man hat den Eisgenerator so groß gewählt, um die Errichtung eines besonderen Eislagers zu vermeiden. Je nach Bedarf kann in der Anlage Trüb- oder Klareis aus Rohwasser in Blöcken von 150 kg Gewicht erzeugt werden. Die Entlüftung erfolgt durch Einblasen von Luft von 0,75 bis 1 at Ueberdruck. Das Eis wird zerkleinert und gelangt durch Schütten entweder nach der Straße zur Beladung von Fuhrwerken oder in den Aufnahmeraum zur Vereisung von Fischen. Drittens kann ein Becherwerk mit dem zerkleinerten Eis beschickt werden, das es bis zur Höhe eines Transportbandes emporhebt. Das Transportband führt zum Hafenbecken,

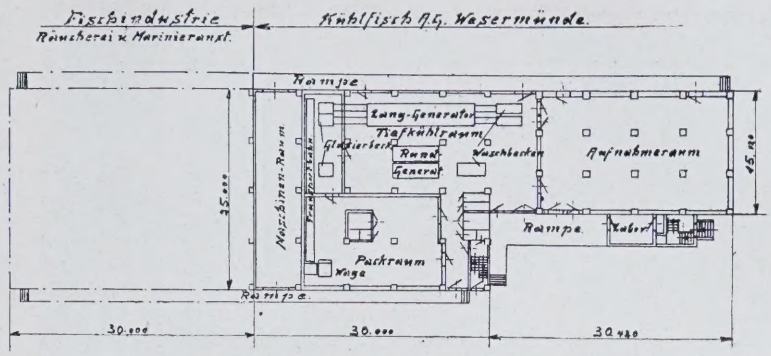



Abb. 3. Betrieb Bremerhaven. Grundriß Erdgeschoß.

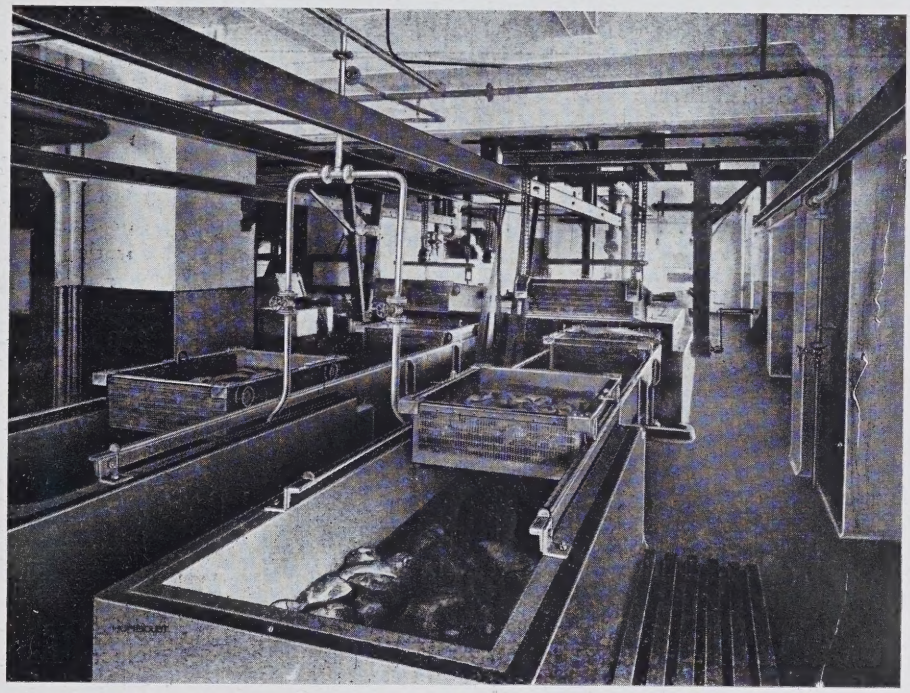


Abb. 4. Betrieb Bremerhaven. Langgenerator.

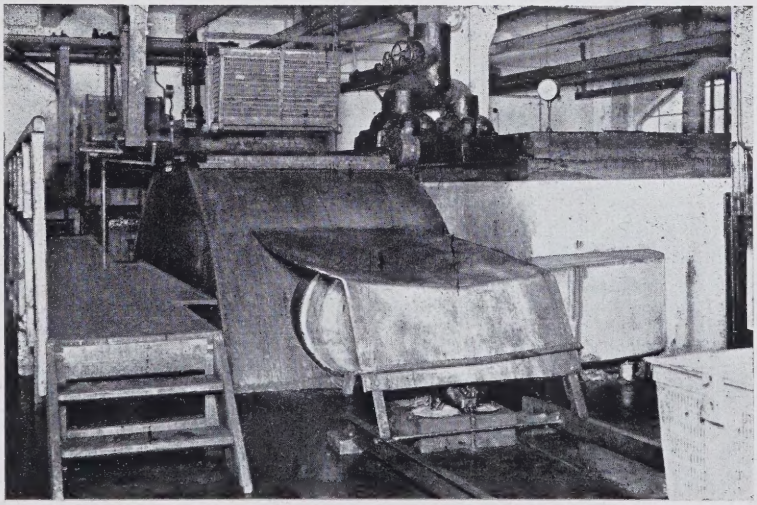


Abb. 5. Betrieb Bremerhaven. Rundgenerator.

Abb. 6. Betrieb Bremerhaven. Glasierraum mit Glasierbecken und Transportband.

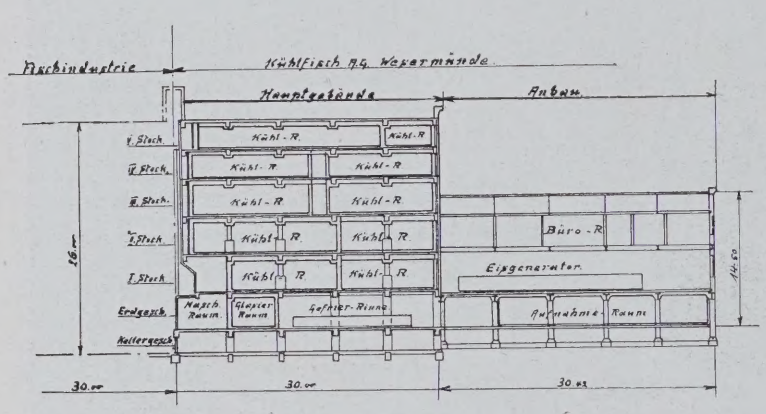



Abb. 7. Betrieb Bremerhaven. Längsschnitt.

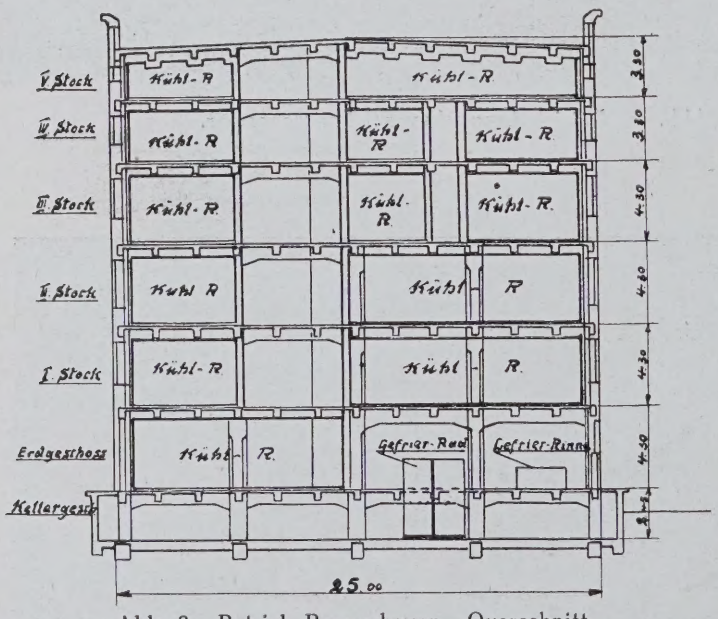



Abb. 8. Betrieb Bremerhaven. Querschnitt.

um dort die Fischdampfer direkt bebunkern zu können. (Abb. 1). Diese werden im allgemeinen mit Klareis beliefert, während der Handel Trübeis vorzieht.

Außer den Tiefkühlanlagen und dem Aufnahmeraum befindet sich im Erdgeschoß des Hauptgebäudes der Hauptmaschinenraum. Hier haben drei Ammoniak-Kompressoren der Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk, mit je 120 000 kcal/h Kälteleistung Aufstellung gefunden. Sie werden durch Elektromotoren von je 108 PS angetrieben, die von einer im Keller untergebrachten Transformatorenstation mit Strom versorgt werden.

Die Folgen eines längeren Stromausfalles wären für den Betrib nicht auszudenken, insbesondere nicht in den Sommermonaten, wenn die Lagerräume stark mit Ware belegt gt sind. Es wurde daher ein Umformer eingebaut, durch den Gleichstrom aus dem städtischen Stromnetz entnommen und auf den für den Betrieb erforderlichen Drehstrom von 380 Volt umgeformt werden kann.

Die gesamte Aufzugsanlage — zwei große Fahrstühle von je 2000 kg Tragfähigkeit, zwei kleinere Lastenaufzüge von je 250 kg Tragfähigkeit und zwei Personenaufzüge von je 225 kg Tragfähigkeit — ist an das städtische Gleichstromnetz angeschlossen, da die Mehrzahl dieser Aufzüge bereits während der Bauzeit, als die Transformatorenanlage für den Drehstrom noch nicht fertiggestellt war, gebraucht werden mußte.

Die Transformatoren leisten 160 bzw. 280 KVA. Der Strom wird vom Ueberlandwerk mit 20 000 Volt geliefert und in der eigenen Anlage auf die Betriebsspannung von 380 Volt umgeformt.

Ferner befinden sich im Keller zwei Kühlwasserpumpen von 60 $m^3$/h Leistung und eine Frischwasserpumpe von 35 $m^3$/h. Die letztere ist an einen Tiefbohrbrunnen angeschlossen und liefert das Wasser zum Spülen und Waschen der Fische. Die zuerst aufgeführten Pumpen fördern das Wasser aus einem Brunnen, der durch eine 350 mm starke Heberleitung mit dem Hafenbassin in Verbindung steht, und drücken dieses Hafenwasser zu einem über der vorderen Rampe liegengen Kondensator hinauf. Das Wasser sammelt sich in einem großen Becken und wird durch eine Falleitung dem Hafen wieder zugeführt.

Im Kellergeschoß sind außerdem die Werkstätten, Magazine und die Kessel zur Erzeugung von warmem Wasser, das für das Abtauen des Eises und die Bürobeheizung benötigt wird, untergebracht. Auch ein Reservesolebecken hat hier Aufstellung gefunden.

Der Betrieb ist verhältnismäßig einfach. Die in den Auktionen der Fischmärkte erstandenen Fischmengen werden mit Lastautos oder mit der Eisenbahn der Betriebsstätte in Bremerhaven zugeführt und hier im Aufnahmeraum (Abb. 2) auf mit Eis beschickten Grätings gestapelt, um die Ware bis nahe an den Gefrierpunkt vorzukühlen. Sofern es die Verhältnisse gestatten, wird so viel Ware eingekauft, daß ununterbrochener 24stündiger Betrieb durchgeführt ein werden kann. Die Temperatur im Aufnahmeraum wird auf $^1/_2$ bis 1 Grad über Null gehalten, damit

das Eis, mit dem die Fische abgedeckt sind, langsam schmilzt und ein Trockenwerden der Fischoberfläche vermieden wird. Einige Arbeiter sind damit beschäftigt, die Fische für die Tiefkühlung vorzubereiten, indem sie die Ware vorköpfen, d. h. nicht den ganzen Kopf, sondern etwas mehr als die Schnauze abschlagen. Die Ware wird dann in großen zementierten Bottichen bei ständig zufließendem Wasser von anhaftenden Schmutz und Blutteilchen befreit. Bereitstehende Drahtgeflechtkörbe von 125 cm Länge und 90 cm Breite nehmen die gereinigten Fische auf. (Abb. 9) Nach der Füllung werden die Körbe in den Tiefkühlbehälter eingesetzt. (Bild 10).

Dieser ist der Länge nach in drei Teile geteilt. In die beiden äußeren Teile werden die Gefrierkörbe eingesetzt, während in der Mitte ein Bündel Kühlschlangen liegt. Eine Pumpe führt die kalte Sole über die links und rechts eingesetzten, mit Fischen gefüllten Gefrierkörbe. Ein mechanischer Vorschub bewegt die Körbe im Tiefkühlbehälter vorwärts, dem Solestrom entgegen. Dadurch wird erreicht, daß die kältesten Fische die kälteste Sole erhalten und die soeben eingesetzten Fische die um Bruchteile von Thermometergraden erwärmte Sole. Je nach Größe der Fische verbleiben sie 1 bis 3 Stunden im Solebade. Nach dieser Zeit, die erfahrungsgemäß festgestellt ist, wird die Ware am entgegengesetzten Ende des Behälters herausgenommen. (Abb. 11). Die Fische sind dann völlig hart, aber nicht aneindergefroren. Die Körbe werden auf ein Leckbrett gestellt, damit die mit herausgehobenen Solereste abtropfen und in den Generator zurückfließen können. Dann werden die Körbe durch einen Mauerschlitz in den Glasierraum hineingeschoben. Hier werden die Deckel geöffnet und die Fische auf den in Abb. 9 ersichtlichen Tisch im Glasierbottich gebracht. Der Glasierbottich ist bis Unterkante Tisch mit ständig zu- und abfließendem Süßwasser angefüllt. Durch eine einfache Hebevorrichtung wird der Tisch plötzlich in das Wasser getaucht. Auf diese Weise entsteht ein starker Strudel, der die Fische durcheinanderwirft und ihr Sinken verzögert. Sobald sich die Fische wieder auf dem Tisch gesammelt haben, wird dieser aus dem Wasser gehoben und dieser Vorgang zwei- bis dreimal wiederholt. Das zum Glasieren benutzte städtische Leitungswasser kann bei warmer Witterung durch im Glasierbehälter eingebaute Kühlschlangen auf jede gewünschte Temperatur abgekühlt werden.

Das Glasieren der Fische muß aus verschiedenen Gründen mit großer Sorgfalt ausgeführt werden. Fische haben eine rauhe Oberfläche, weil die Schuppen zum Teil noch der Haut anhaften. Aber auch dort, wo die Schuppen durch häufiges Anfassen, Waschen usw. verlorengegangen sind, sind Unebenheiten vorhanden, weil die Schuppen in

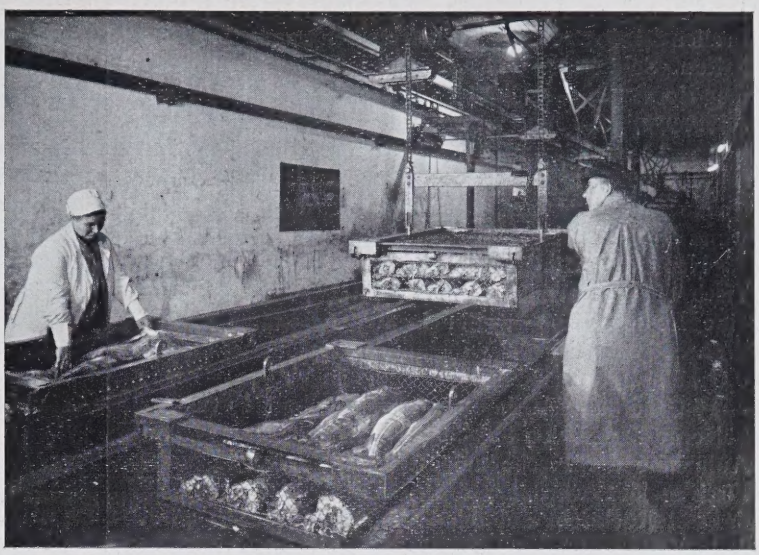


Abb. 9. Wesermünder Betrieb. Packen der gewaschenen Fische.

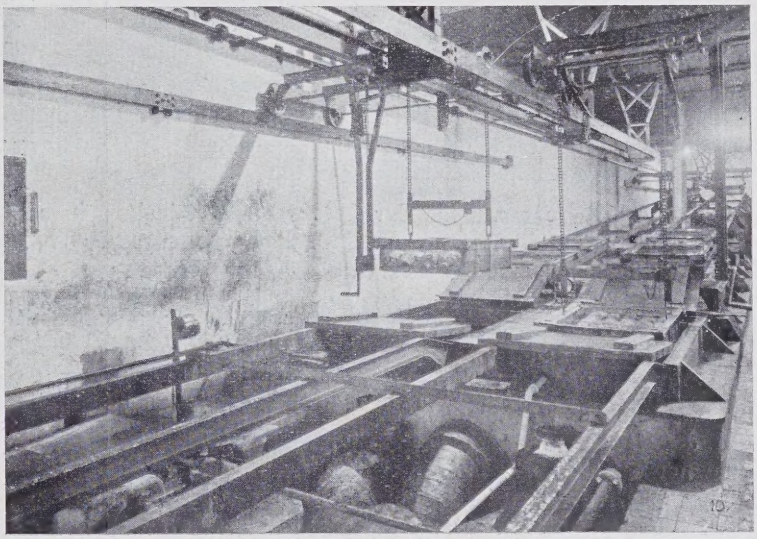


Abb. 10. Wesermünder Betrieb. Einsetzen der Drahtkörbe mit gereinigten Fischen in den Generator.

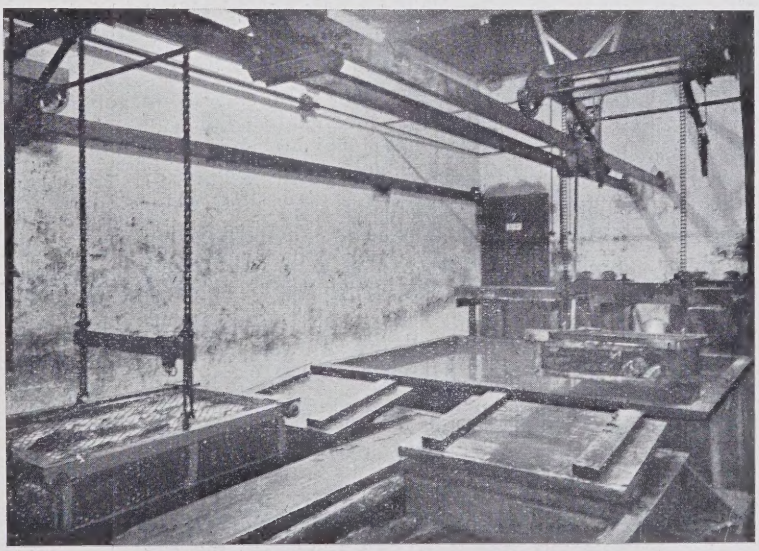


Abb. 11. Wesermünder Betrieb. Herausnahme der erstarrten Fische aus dem Generator.

taschenartigen Vertiefungen der Haut befestigt sind. In allen diesen unebenen Stellen bleiben Spuren von Sole haften. Solange der Fischoberfläche Salz anhaftet, vermag sie sich nicht mit einer Eisglasur zur überziehen, selbst wenn im Innern der Fische noch Temperaturen von —12 Grad herrschen. Die Eisglasur ist aber nicht nur ein Zeichen für eine wirkliche zufriedenstellende Behandlung der Ware, sondern sie schützt den Fisch, wenn er sich auf Lager befindet, vor dem Austrocknen.

Nach dem Glasieren werden die Fische von dem Tisch auf ein Transportband gestreift, das sie durch eine Maueröffnung weiter in den Packraum bringt. Während im Glasierraum eine Temperatur von etwa 0 Grad herrscht, sind im Packraum mindestens —12 bis —14 Grad. Am Auslauf des Transportbandes werden hölzerne Kisten von 80×50×30 Zentimeter l. W. zur Aufnahme der Fische aufgestellt, die mit 104 Pfund Fisch gefüllt werden. 4 Pfund sind Uebergewicht, das mit Rücksicht auf das Glasureis zugegeben wird. Jede Kiste erhält zwei gleichlautende Nummerschilder aus fortlaufender Reihe; eines wird an der Stirnseite, das andere an der Längsseite der Kiste befestigt. Die Ware wird nun mit Hilfe von Hubtransportwagen, in den Fahrstuhl des Packraumes gefahren und in die Lagerräume der einzelnen Stockwerke befördert. Hier kann sie acht bis neun Monate lagern, ohne daß sie wesentliche Veränderungen erfährt.

## Ein neues Kältemittel.

In der 69. Versammlung der Amerikan Chemical Society in Atlanta, Ga, im April d. J. wurde von Thomas Midgley jr. ein neues Kältemittel vorgeführt, das weder giftig noch brennbar ist und sehr günstige thermische Eigenschaften besitzen soll. Midgley ist international bekannt geworden durch seine Arbeiten über Tetraaethylblei, das als Gegenklopfmittel in Benzinmotoren verwendet wird. Seit 1920 ist er bei der General Motors Co. tätig und er erfand sein neues Kältemittel gemeinsam mit dem belgischen Chemiker Dr. Henne in dem Laboratorium der Frigidaire-Gesellschaft. Er stützte sich dabei vorwiegend auf die Untersuchungen über Fluor-Derivate von Frederic Swarts in Gent (Belgien). Die Abhandlung Midgley's ist betitelt »Organische Fluoride als Kältemittel«. Er untersuchte verschiedene Halogen-Substitutionsprodukte aliphatischer Kohlenwasserstoffe und fand dabei bemerkenswerte Abweichungen von dem nach den bisherigen Erfahrungen erwarteten Verhalten. Im allgemeinen wird nämlich beim Ersatz eines Wasserstoffatoms durch ein Halogenatom der Siedepunkt erhöht; so siedet z. B. Tetrachlorkohlenstoff *($CCl_4$)* bei einer höheren Temperatur als Chloroform *($CHCl_3$)* und Methylfluorid *($CH_3F$)* siedet bei einer höheren Temperatur als Methan *($CH_4$)*. Das entgegengesetzte Verhalten zeigte sich aber bei der Substitution eines Fluor-Atoms an die Stelle eines Wasserstoffatoms in Derivaten von Kohlenwasserstoffen, welche bereits ein oder mehrere Halogenatome aufweisen. So siedet $CHCl_3$ bei 61°, dagegen $CFCl_3$ bei nur 24° C.

Aehnliche Gegensätze wurden bei der Ermittlung toxischer Eigenschaften gefunden. Die Substitution eines Halogens an die Stelle von Wasserstoff erhöht im allgemeinen die Giftigkeit; mit Rücksicht auf die toxischen Eigenschaften anorganischer Fluorverbindungen war es überraschend festzustellen, daß Halogenverbindungen von Kohlenwasserstoffen beim Ersatz weiterer *H*-Atome durch *F*-Atome ihren Giftigkeitsgrad wesentlich verringerten, was durch zahlreiche Tierversuche bestätigt wurde.

Das von Midgley vorgeführte neue Kältemittel ist eine Verbindung von Kohlenstoff, Chlor und Fluor, die zur Gruppe der Fluorchlormethane gehört. Die chemische Formel wird nicht angegeben. (Bemerkung des Referenten: Es handelt sich höchstwahrscheinlich um Difluordichlormethan *($CF_2Cl_2$)*. Es ist eine farblose Flüssigkeit mit einem normalen Siedepunkt von —28° *C* (—18° *F*). Während der Vorführung atmete Midgley die Dämpfe dieses Kältemittels ein und atmete sie dann in ein Glasgefäß aus, in welchem sich eine brennende Kerze befand; die Kerze erlosch sofort.

Das neue Kältemittel wird vorerst nur in kleinen Mengen für Versuchszwecke in Dayton hergestellt. Man glaubt, daß etwa 2 Jahre vergehen werden, bis es in großem Maßstab für industrielle Zwecke hergestellt werden kann. Die Anwendung dieses Kältemittels will man dann aber anscheinend nicht auf Haushaltmaschinen beschränken, denn Midgley meinte, daß sich damit ein großer Aufschwung in der Verwendung von Anlagen zur Kühlung der Luft in Kohlenschächten, Wohn- und Aufenthaltsräumen, Unterseebooten und überall dort ergeben würde, wo die Entzündbarkeit oder Giftigkeit anderer Kältemittel die bisherige Entwicklung gehemmt haben.

R. Plank, Karlsruhe.

# Zeitschriftenbericht.

## Kältemaschinen.

**Verdampferschlange mit mehrfacher Einspritzung.** (The multi-feed, multi-suction evaporating system). George Hilger.

Mehrere einmal hin- und zurückgehende Verdampferschlangen werden übereinander an einem vertikalen, mehrfach unterteiltem Rohr so angeschlossen, daß jede Schlange Flüssigkeit erhält, die durch den aufsteigenden Dampf in die jeweils obere Abteilung des Steigrohres mitgerissen wird.

**Silica Gel Kühl-System.** (Silica Gel refrigerator system. Ice and Refrigeration, April 1930.

Beschreibung des Systems insbesondere des Thermostaten, Darstellung eines Kühlwagens mit eingebauter Anlage, Wiedergabe eines Temperaturstreifens. Die Kältemaschine hat 2 abwechselnd arbeitende Adsorber, die je ½ Stunde mit Gas beheizt werden und dann 4½ Stunde lang kühlen. Bei sehr tiefer Außentemperatur wird der Wagen geheizt.

Die Verflüssigerrohre liegen auf dem Dach des Wagens, die Verdampferrohre unter der Decke, die mit nichtgefrierender Flüssigkeit gefüllten Heizrohre am Boden des Wagens unter einem Lattenrost.

Wenn die Zündflamme erlischt, wird die Gaszufuhr automatisch abgesperrt, ebenso wenn der Druck im Adsorber zu hoch wird.

## Kälteverwendung.

**Freilufteisbahnen und deren Rentabilität.** Gabor Hollerung. Die Kälte-Industrie, April 1930.

Die Kosten der Freilufteisbahn betrugen in Wien nur 70 RM. je $m^2$, ohne Kosten für den Boden. Eine

solierung der Eisfläche erscheint wegen der geringen Temperaturdifferenz nicht erforderlich. Die Solerohre werden in eine Betonplatte verlegt, die über den Rohren mit Eisen armiert ist. Bei einer Bahn von 1000 m² beträgt der Kältebedarf 70000 kcal/h, die Kosten für die Kältemaschine 39000 RM. und für die Bahnberohrung 46000 RM., sodaß insgesamt etwa 100000 RM. gebraucht werden. Der Leistungsbedarf wird mit 40 PS angegeben. Die Benutzungsdauer der Bahn beträgt höchstens 120 Tage im Jahr, wobei die Maschinenanlage an höchstens 80 Tagen Betrieb ist. Die Rentabilität ist in Budapest und Wien sehr günstig, wie im einzelnen dargelegt wird.

Kr.

# Bücherbericht

**Deutscher Hotel-Führer 1930.** Verlag der »Deutschen Hotel-Nachrichten vereinigt mit Küche und Keller« Heinr. Eisler, Hamburg 3.

Der »Deutsche Hotel-Führer 1930« enthält sämtliche dem Reichsverbande der Deutschen Hotels, Restaurants und verwandter Betriebe E. V. angeschlossenen Hotels, die durch ihre Zugehörigkeit zu den Landesverbänden des Reichsverbandes Gewähr für ordentliche Geschäftsführung bieten. Aufgeführt sind die Hotels nach Städten unter jeweiliger Angabe der Entfernung vom Bahnhof, des Besitzers oder Leiters, der Zimmer-, Pensions- und Frühstückspreise. Ferner ist hingewiesen auf die in den einzelnen Betrieben in technischer Beziehung gebotenen Leistungen wie: Bäder, fließendes Wasser, Heizung, Aufzug, Garagen, Telephon usw. Die in dem »Deutschen Hotel-Führer« verzeichneten Preise sind Mindestpreise. Für diejenigen Orte, in denen das Bewirtungsgeld in Form eines Zuschlages auf die Rechnung erhoben wird, sind die Prozente des Zuschlages angegeben.

**Die Kühlfisch-Aktiengesellschaft, Wesermünde.** Dr. Walter Schlienz. Musterbetrieb deutscher Wirtschaft. Band 16. Die Fischwirtschaft. 85 S. 45 Abb. Berlin 1930. Organisation Verlagsgesellschaft m. b. H. (S. Arzel). Preis RM. 2,75.

Der Verfasser schildert in knapper Darstellung die Eigentümlichkeiten des Fischhandels, das Wesen der Tiefkühlung nach Ottesen und gibt eine Beschreibung von Anlage und Betrieb der von ihm geleiteten Fischgefrieranlage. Außerdem wird das Verarbeiten zu Filets gezeigt, die sich einen guten Markt erobert haben. Schließlich wird auf die technische und wirtschaftliche Betriebskontrolle eingegangen.

Das Büchlein ist flott geschrieben und bildet für den Kältetechniker und nicht nur für diesen eine belehrende und interessante Lektüre. Krause.

**Koeltechniek,** Maandblad voor Opwekking en Toepassing von Kunstmatige Konde.

Unter diesem Titel erscheint seit März 1930 eine von D. J. Mink geleitete Zeitschrift, die vom Verlage Nooman's Periodieke Pers, Den Haag, Amalia von Solmsstraat 2, herausgegeben wird. In diese ist die im Aprilheft auf S. 72 angekündigte Zeitschrift aufgegangen.

# Patentbericht.

## Anmeldungen.

17a, 4. S. 91316. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Schutzeinrichtung für Kältemaschinen. 26. 4. 29.

17a, 9. S. 82181. The Silica Gel Corporation, Baltimore; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler und E. Maemecke. Pat. Anwälte, Berlin SW 61. Verfahren zur Kälteerzeugung. 19. 10. 27. V. St. Amerika 27. 6. 27.

17a, 16. W. 82551. Th. Witt, Maschinenfabrik G. m. b. H., Aachen, Kemperstrasse 4 und 6E. Vorrichtung zum Zurückhalten des Oeles im Kurbelgehäuse von gekapselten Kompressoren. 1. 5. 29.

17b, 3. G. 74877. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen Akt.-Ges., Wiesbaden, Hildastr. 4—10. Kupplungseinrichtung für Luftleitungen bei der Klareiserzeugung. 22. 11. 28.

17g, 4, K. 108590. Dr. Schulim Braunstein, Berlin W 15, Joachimsthaler Straße 23—24. Mit einem evakuierten Mantel versehener Transportbehälter für verflüssigte Gase. 24. 3. 28.

17a, 8. W. 80405. Williams Oil-O-Matic Heating Corporation, Bloomington, V. St. A.; Vertreter: H. Neubart, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Einrichtung zur Erzielung einer Kühlwirkung. 18. 9. 28.

17a, 9. K. 106553. The „Kodowa" refrigerator comp. Ltd.. Den Hag, Holland; Vertr.: Dr. G. Respondek, Pat.-Anw., Berlin-Halensee. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 15. 10. 27. Holland 4. 8. 27.

17a, 19. L. 68669. Ubald Rivard Loranger, Riverside, Canada, und Hubert Rivard Loranger, Hillsdale, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW. 11. Kompressionskältemaschine 16. 5. 27.

17g, 2. F. 62879. Autogen Gasaccumulator Krückl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Str. 234. Gasverflüssigungsverfahren. 18. 1. 27.

17g, 2. M. 107780. Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Hanauer Landstraße 314—326. Verfahren zur Kühlung von Luft. 4. 12. 28.

## Erteilungen.

17a, 1. 498812. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges , Niedersedlitz bei Dresden. Kompressions-Kältemaschine mit Strahlpumpe als Kompressor. 18. 12. 27. S. 83200

17a, 6. 498963. Citogel Gesellschaft für chemische und technische Erzeugnisse m. b. H., Hamburg 36, Kornträgergang 38. Verfahren zur Erzeugung von Kälte mit Hilfe organischer Flüssigkeiten. 30. 3. 26. B. 126913.

17a, 8. 498984. Guido Maiuri und Raoul Felice Bossini, London; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Patent-Anwalt, Berlin SW 11. Ununterbrochen arbeitende Absorptionskältemaschine. 23. 2. 28. M. 103536. Großbritannien 25. 2. 27.

17a, 8. 499327. Bruno Lehmann, Berlin-Reinickendorf, Schillingstr. 16. Verfahren zur Rektifikation des aus dem Austreiber einer Absorptionskältemaschine austretenden Dampfgemisches. 29. 11. 28. L. 73528.

17a, 8. 499328. Guido Maiuri und Rauol Felice Bossini, London; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Berlin SW. 11. Kühlvorrichtung mit ununterbrochenem Betriebe nach dem Absorptionsverfahren. 24. 2. 28. M. 103591. Großbritannien 25. 2. 27.

17a, 13. 499329. Westinghouse Electric & Manufacturing Company, East Pittsburg, V. St. A.; Vertr.: Diplom-Ing. H. Hillecke, Patent-Anwalt, Berlin SW 61. Kältemaschine- 24. 10. 29. W. 84020. V. St. A. 30. 10. 28.

### Löschungen.

17a, 469912, 294281.

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17a. 1118973. Georg Müller, Magdeburg-West, Matthissonstr. 2/3. Rohre für den Temperaturaustausch, insbesondere für Kältemaschinenanlagen als Verdampfer und Kondensator. 16. 10. 29. M. 105884.

17a. 1120701. Bergedorfer Eisenwerk Akt.-Ges., Astra-Werke, Bergedorf. Selbsttätige Luftklappe für gekapselte Kurbelgehäuse, insbesondere für Kompressoren von Kältemaschinen-Anlagen. 20. 3. 30. B. 1768.30.

17b. 1121117. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges., Düsseldorf, Breite Str. 69. Eiszelle. 24. 4 30. V. 555.30.

17b. 1121118. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges., Düsseldorf, Breite Str. 69. Eiszelle. 24. 4. 30. V. 585.30.

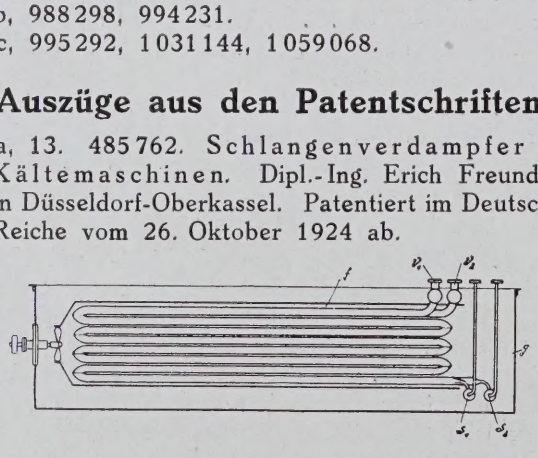
17b. 1121119. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges., Düsseldorf, Breite Str. 69. Eiszelle. 24. 4. 30. V. 586.30.

### Verlängerung der Schutzfrist.

17a, 1028999.
b, 988298, 994231.
c, 995292, 1031144, 1059068.

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 13. 485762. Schlangenverdampfer für Kältemaschinen. Dipl.-Ing. Erich Freundlich in Düsseldorf-Oberkassel. Patentiert im Deutschen Reiche vom 26. Oktober 1924 ab.

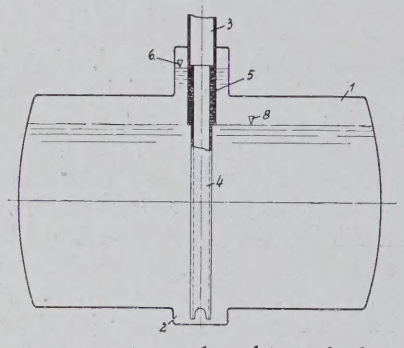


Patent-Ansprüche:

1. Schlangenverdampfer für Kühlmaschinen, bei dem die zu kühlende Flüssigkeit mittels einer Rührvorrichtung durch eine Kammer getrieben wird, innerhalb deren das die Kühlflüssigkeit enthaltende einwandige Schlangenrohr gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrstränge infolge besonderer Ausgestaltung der Umkehrstücke (z. B. Spitzbogenform) enger aneinanderliegen, als bei kreisbogenförmiger Ausgestaltung der Umkehrstücke möglich ist, und hierdurch trotz Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit der zu kühlenden Flüssigkeit zwische den Rohrsträngen eine Steigerung des Kraftverbrauc der Rührvorrichtung vermieden wird.

2. Schlangenverdampfer nach Anspruch 1, d durch gekennzeichnet, daß die geradzahligen ur ungeradzahligen Rohrschlangenwände durch Vertei und Sammelstücke ($V^1$, $V^2$, $S^1$, $S^2$) in Rohrgruppe zusammengefaßt sind, so daß beim Ein- und Ausba die einzelnen Rohrwände durch Auseinanderziehe der Rohrgruppen für die Reinigung und den Anstric leicht zugänglich werden.

17a, 9. 485775. Ventillose, periodisch wi kende Absorptionskältemaschine. Dr.-In Christian Pöhlmann in Augsburg. Patentiert i Deutschen Reiche vom 23. November 1926 a



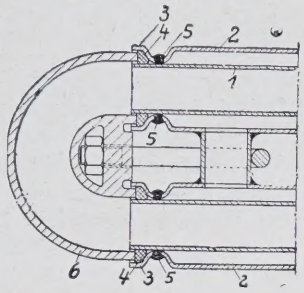
Das neue Verfahren beruht auf der Nutzba machung von Kapillarkräften, die erfahrungsgemä ziemlich bedeutende Werte annehmen und Damp öffnungen von geeigneter Form und Größe m absoluter Sicherheit während des Entwässerung vorganges gegen einen Ueberdruck von 1 m Wasse säule und darüber absperren können. Die durc Kapillarkräfte zeitweilig gesperrte Gasabgangsöffnun kann wesentlich größer sein (z. B. sechsmal so gro als bei den bisher bekannten Einrichtungen. Die hat zur Folge, da die Oeffnung gleichzeitig de Abzug der Dämpfe des Kältemittels dient, daß sic eine wesentlich kräftigere Absorption erreichen läß

Der Flüssigkeitsspiegel des Kondensates im Ver dampfer sei bei Beendigung der Kochperiode b zum Niveau 6 gestiegen. Das Rohr 4 ragt zweck mäßigerweise etwas über das Niveau 6 hinauf.

Wenn nun nach beendeter Kochperiode zu Zwecke der Einleitung der Kühlperiode das Küh wasser nach dem Kocherkühlrohr 7 umgelenkt un dadurch der Kocher abgekühlt wird, so entsteht i letzterem eine gewisse Druckminderung, welche sofo den Beginn der Absorption bewirken würde, wen der Dampfeintrittsquerschnitt für das Rohr 3, welche im Niveau 8 liegt, nicht durch kondensiertes Kälte mittel verschlossen wäre. Das Kältemittel füllt auch de Ringspalt zwischen 3 und 4 bis zum Niveau 6 und erzeug in ihm bedeutende Kapillarkräfte, welche größer sin als die hydrostatische Höhe $h$ vom Boden des Ver dampfers oder vom Niveau 6 bis zum Scheitel de Dampfrohres 3. Der Durchtrittsquerschnitt 5 is somit für das kondensierte Kältemittel abgesperr und es tritt somit ein Ueberheben von Flüssigkei aus dem tiefsten Teil 2 des Verdampfers, wo sic das mitgerissene Absorptionsmittel angesammelt hat durch das Rohr 4 und 3 nach dem Kocherabsorbe so lange ein, bis nach Freilegen des Eintrittsquer schnittes von Rohr 3 in Höhe von Niveau 8 un nach Verdunstung des die Kapillare 5 füllende

flüssigen Kältemittels der Ringquerschnitt 5 für die Kältemitteldämpfe frei liegt, worauf sofort eine kräftige und regelmäßige Absorption einsetzt.

17f, 5, 485776. Durch das Innenrohr und einen besonderen Stulp gebildete Dichtungsnut bei Doppelrohrwärmeaustauschern, deren Mantelrohr mit dem Innenrohr verschweißt ist. A. Borsig G. m. b. H. in Berlin-Tegel. Patentiert im Deutschen Reiche vom 21. Januar 1928 ab.

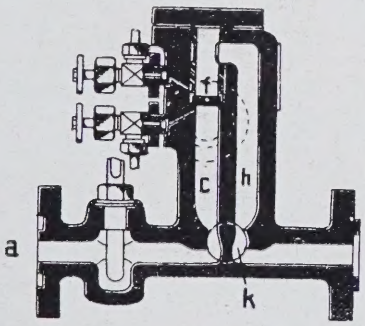



Patent-Ansprüche:

1. Durch das Innenrohr und einen besonderen Stulp gebildete Dichtungsnut bei Doppelrohrwärmeaustauschern, deren Mantelrohr mit dem Innenrohr verschweißt ist, dadurch gekennzeichnet, daß an der Schweißstelle (5) des Mantelrohrs (2) ein aufgeweiteter Stulp (3) aufgeschweißt wird.

2. Dichtungsnut nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (2) mit dem Stulp (3) aus einem Stück besteht und an der Schweißstelle (5) eingeschnürt ist.

17a, 4. 486284. Verfahren zur Ueberwachung der Leistung von Kältemaschinen. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G. in Wiesbaden. Patentiert im Deutschen Reiche vom 22. Juli 1926 ab.




Patent-Ansprüche:

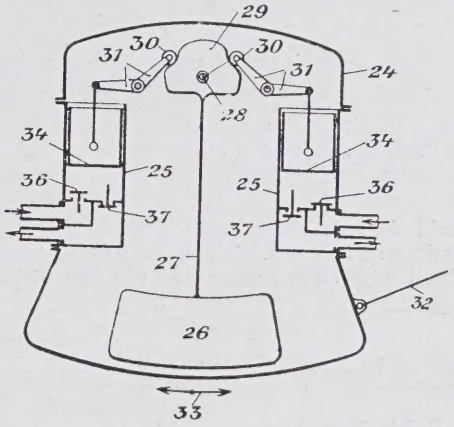
1. Verfahren zur Ueberwachung der Leistung von Kältemaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß die zu verdampfende Flüssigkeit in ununterbrochener Flüssigkeitsführung zunächst in ein senkrecht aufsteigendes Flüssigkeitsrohr vor dem Schauglas, dann vor eine Stauscheibe geführt wird, zu deren beiden Seiten die Zuleitungen eines Differentialmanometers münden, so daß die Durchflußmenge mittels dieses Differentialmanometers festgestellt und die augenblickliche Kälteleistung unmittelbar auf einer mit der Manometerskala vereinigten Gradeinteilung unter Berücksichtigung der mit der Temperatur wechselnden Flüssigkeitswärme des Kältemittels abgelesen werden kann.

2 weitere Ansprüche.

17a, 1. 486295. Festigkeitskühler mit Kompressionskältemaschine und Flüssigkeitsvorratsbehälter. Westinghouse Electric & Manufacturing Company in East Pittsburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 9. Oktober 1925 ab. Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 11. April 1925 ist in Anspruch genommen.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abkühlung kleiner Wassermengen, die einem Vorratsbehälter entnommen werden. Dabei wird das Wasser des Behälters selbst als Kühlflüssigkeit für den Kondensator benutzt und die Oberfläche des Behälters strahlt die Kondensationswärme ab. Das bereits wieder abgekühlte Wasser tritt aus dem Vorratsbehälter in den Verdampfer, in dem es auf etwa $5^0$ C abgekühlt wird.

17a, 3. 586296. Kolbenkompressor. Gebrüder Sulzer Akt.-Ges. in Winterthur, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 22. Februar 1928 ab. Die Priorität der Anmeldung in der Schweiz vom 31. Januar 1928 ist in Anspruch genommen.




Die Erfindung betrifft einen Kolbenkompressor, insbesondere für Klein-Kältemaschinen, bei welchem die Arbeitsbewegung des Kolbens aus der Relativbewegung zwischen einer Beharrungsmasse und einem hin und her bewegten Gehäuse abgeleitet wird. Sie besteht in einer derartigen Verbindung zwischen der Beharrungsmasse und dem oder den Kolben, daß der Mittellage der Beharrungsmasse eine unveränderliche Endlage des oder der Kolben entspricht. Der die Arbeitsbewegung an den Kolben übertragende Teil der Beharrungsmasse kann eine in der Hauptsache quer zur Kolbenbewegung verlaufende Hin- und Herbewegung vollführen.

17a, 10. 486297. Intermittierend wirkende Absorptionskühlanlage. Dr. Ing. Christian Pöhlmann in Augsburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 24. August 1926 ab.

Patent-Ansprüche:

1. Sich selbst steuernde, intermittierend wirkende Absorptionskühlanlage, insbesondere für Haushaltungen, dadurch gekennzeichnet, dass das Wiedereinschalten des Kochvorganges in Abhängigkeit sowohl von einem in weiten Grenzen beliebigen Kondensatniveau durch eine mittels Schwimmer betätigte elektrische Kontakteinrichtung als auch durch einen die Temperatur des zu kühlenden Raumes kontrollierenden

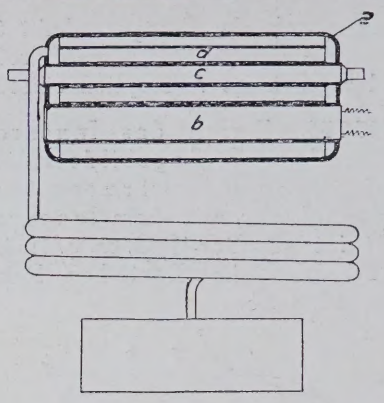
Wärmefühler eingeleitet wird, dergestalt, dass die Schwimmerkontakteinrichtung und der Wärmefühler sich gegenseitig so lange blockieren, bis beide Einrichtungen auf Kontakt stehen, und daß während der Dauer der Blockierung durch den Wärmefühler das Kondensat im Verdampfer weiterverdampft und die Kühlung fortsetzt.

2 weitere Ansprüche.

17a, 12. 486298. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine mit trockenem Absorptionsstoff. Schwarzwaldwerke Lanz G. m. b. H. in Mannheim. Patentiert im Deutschen Reiche vom 25. Dezember 1927 ab.

Patent-Anspruch:

Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine mit trockenem Absorptionsstoff, dadurch gekennzeichnet, daß ein als Absorber bezw. Austreiber dienender




Behälter mit perforierten Röhren (d), in welche oder zwischen welche der feste Absorptionsstoff fest eingebettet wird und mit Röhren (c, b) für das Heiz- und Kühlmittel, die mit den Röhren (d) in wärmeleitender Verbindung stehen, ausgefüllt ist.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
**A. Kaufmann,** Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

## Berliner Kälte-Verein

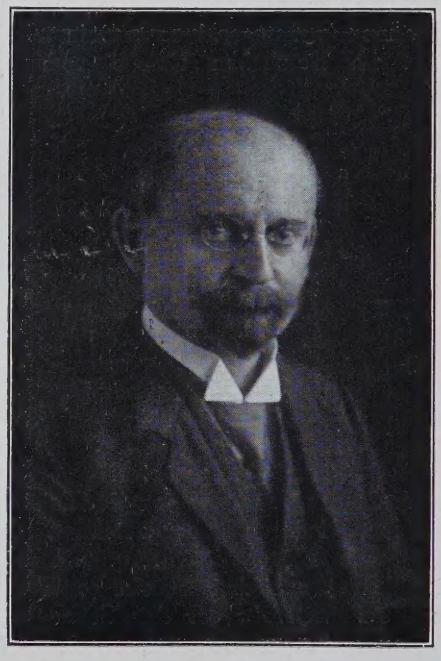
**Joseph Schindler †.**

Am 12. März 1930 verschied nach langem, schwerem Leiden unser langjähriger Schriftführer und Gründungsmitglied des Berliner Kältevereins Herr Diplom.-Ing. Joseph Schindler im Alter von 54 Jahren.

Seine Laufbahn als Kälte-Ingenieur begann er nach abgeschlossenem Studium an der techn. Hochschule in München bei Quiri & Co. in Schiltigheim, von wo aus er zu A. Borsig, Berlin-Tegel, übertrat. Hier leitete er in fast 28jähriger Tätigkeit als Chefkonstrukteur der Abt. Eis- und Kühlmaschinen den Bau von Kühlanlagen der verschiedenen Systeme richtunggebend und erfolgreich. Unterbrochen wurde diese Tätigkeit durch eine 3jährige Felddienstzeit im Weltkriege. In Fachkreisen bekannt und geschätzt, besonders als Vertreter des Deutschen Kältevereins im Normenausschuß des V. D. I., ist es selbstverständlich, daß im Berliner Kälteverein ein großer Freundeskreis den Tod dieses Mannes betrauert und die Lücke, die hier entstanden ist, noch lange schmerzlich empfinden wird.

Tief bewegt gedenken wir seiner und ehren ihn über das Grab hinaus.

I. A. der Schriftführer:
Dotterweich.



Joseph Schindler †.

Dem vorliegenden Heft liegen Prospekte der Firma H. Beucke & Söhne, Pergamentpapier-Industrie und Verlagsanstalt, Dissen, Teutob. Wald und der Hanseatischen Verlagsanstalt bei, auf die wir besonders hinweisen.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

chriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

. Heft | Berlin SW. 9, im Juli 1930 | 37. Jahrgang


Inhalt:


**bhandlungen, Vorträge, Berichte.** Kühlung und Entfeuchtung von Raumluft. (Luftaufbereitung) insbesondere nach dem Luftexpansionsprozeß. Von A. Baumann, Baden (Schweiz). S. 125. — Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft. Von F. Naumann. (Schluß). S. 134. — Warnungsmittel für Methylchlorid. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Karlsruhe. S. 137. — **Bücherbericht.** S. 138. — **Kleine Mitteilungen** S. 139. **Persönliches.** S. 139. — **Patentberichte.** S. 139. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 143. — Berliner Kälte-Verein. S. 148.


## bhandlungen, Vorträge, Berichte.

### Kühlung und Entfeuchtung von Raumluft, (Luftaufbereitung) insbesondere nach dem Luftexpansionsprozeß.


Von A. Baumann, Baden (Schweiz).


#### 1. Allgemeines.

Schon seit einiger Zeit werden für Kältemaschinen mehr und mehr Turbokompressoren verwendet, für welche allerdings bei verhältnismäßig kleinen Kälteleistungen besondere Kälteträger notwendig werden, die den Bedürfnissen der Zentrifugalkompressoren entsprechend große Dampfvolumen aufweisen müssen. Brown Boveri hat bereits für industrielle Großkälteanlagen solche Turbokompressoren zur Ablieferung gebracht, die dank der großen Kälteleistung von 1,5 bis 8,0 Mill. kcal/h allerdings noch mit Ammoniak betrieben werden konnten, und die sich neben den bekannten Vorteilen der rein drehenden Maschinen durch besonders geringen Platzbedarf auszeichnen.[1]) Für kleinere Kälteleistungen, wie sie etwa für Raumkühlung in Frage kommen können, hat die Firma jedoch auch bereits einen Versuchs-Turboverdichter ausgeführt, welcher in Abb. 1 gezeigt ist und der bei Verwendung von Chloräthyl einer Kälteleistung von ca. 200000 kcal/h entspricht.

[1]) Diese Zeitschrift, Heft 9 1927.

Wenn auch solche mittelbar wirkenden, d. h. mit einem besonderen Kälteträger arbeitenden Kältemaschinen sehr wirtschaftlich arbeiten, indem deren Leistungsbedarf bei $10^0$ Temperaturgefälle zwischen Verdampfer und Verflüssiger nur etwa 7% der Kälteleistung beträgt, so verteuern sie die hier beschriebenen Raumkühlanlagen doch beträchtlich und erschweren auch die Betriebsüberwachung, sofern nicht weitgehende Automatik vorgesehen wird, welche aber die Anlagekosten weiter erhöht. Das Bedürfnis nach einer billigen, betriebstechnisch einfachen Kühlungsart wird deshalb besonders dann vorliegen, wenn diese künstliche Kühlung nur relativ wenig jährliche Betriebsstunden aufweist oder wenn die Kältemaschine wegen hygienischen oder betriebstechnischen Gründen unter keinen Umständen mit gesundheitsschädlichen Stoffen betrieben werden darf.

Ein Mittel zur Erzeugung von Kälte unter Umgehung des üblichen Kaltdampfverfahrens liegt im sog. »Luftexpansionsprozeß« bei welchem Luft oder Gas nach erfolgter Verdichtung und Abkühlung durch gewöhnliches Wasser in einer Expansionsmaschine entspannt wird unter entsprechender Abkühlung unter die Umgebungstemperatur. Die abzukühlende Luft ist also in diesem Fall selbst der Kälteträger und es fällt deshalb das bei Kaltdampfkältemaschinen

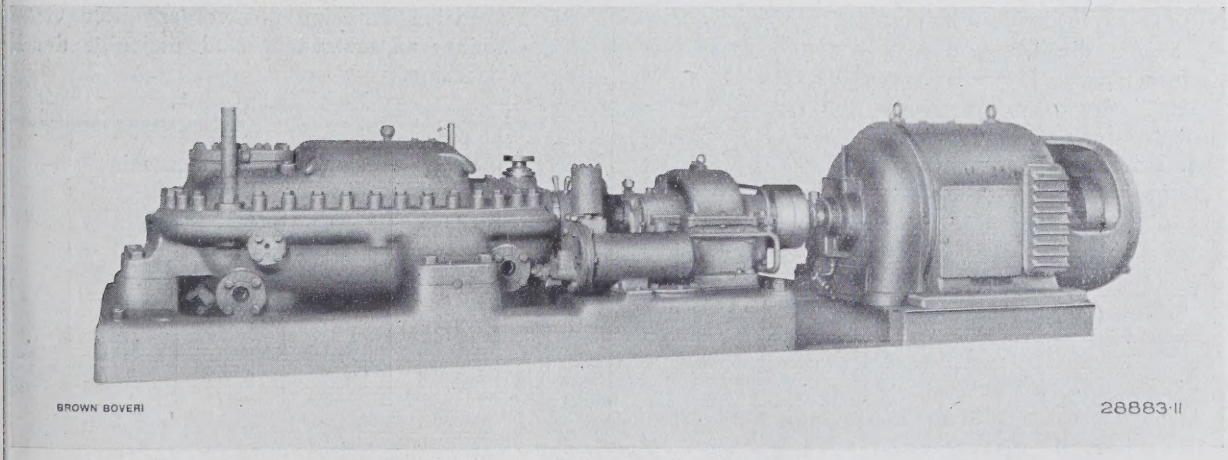



Abb. 1. BBC-Kälte-Turbokompressor für eine Kälteleistung von 200000 kcal/h. Kälteträger: Chloräthyl. Drehzahl: 14000 $min^{-1}$.

notwendige Temperaturgefälle zwischen Kältemedium und Luft weg, sodaß der an und für sich schlechtere Leistungsfaktor der direkten Luftkältemaschinen dadurch einen gewissen Ausgleich erfährt.

### Wirkungsweise des Kühlverfahrens.

Beim Kaltdampfverfahren wird der im Kondensator verflüssigte Kälteträger im Drosselventil auf den Verdampferdruck entspannt, worauf er im Verdampfer unter entsprechender Wärmeaufnahme verdampft und dabei z. B. die zu kühlende Luft abkühlt. Der Kälteträgerdampf wird nunmehr vom Kompressor verdichtet, worauf er wieder dem wassergekühlten Verflüssiger zugeführt wird.

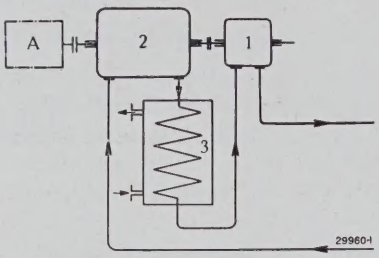



Abb. 2.
Schema einer Kühlanlage nach dem Luftexpansionsprozeß.
Legende:
A = Antriebsmortor 2 = Verdichter
1 = Expansionsmaschine 3 = Kühler

Beim Luftexpansionsverfahren Abb. 2 tritt die zu kühlende Luft von links in den Kompressor 2 und wird von diesem dem Kühler 3 unter höherem Druck zugeführt, wo sie mit gewöhnlichem Wasser gekühlt wird. Hierauf entspannt sich die Luft in der Expansionsmaschine 1 unter Arbeitsabgabe und entsprechender Verminderung des Wärmeinhalts, womit der gewünschte Kühleffekt erreicht ist. Der Unterschied zwischen Verdichtungs- und Expansionsarbeit wird durch die Antriebsmaschine *A* aufgebracht.

Im Entropiediagramm stellen sich die beiden Prozesse den Abb. 3 und 4 entsprechend dar, wobei in beiden Fällen die Idealprozesse angenommen wurden, d. h. für die Kaltdampfkältemaschine der Carnotschen Kreisprozesse mit 2 Adiabaten 2 und 4 und 2 Isothermen 1 und 3 und für die Luftexpansionsmaschine 2 Adiabaten 1 und 2 und 2 Isobaren 3 und 4. In beiden Fällen stellt die ||||| Fläche die aufzuwendende Arbeit dar, während die ||||| Fläche die Kälteleistung ist. Man sieht somit, daß für den Idealprozeß die beiden Kühlungsarten gleichwertig sind, sofern die Temperaturen vor und nach Expansionsmaschine 1 des Luftexpansionsprozesses die gleichen sind wie Verflüssigungs- und Verdampfungstemperatur der Kaltdampfkältemaschine. Nimmt man jedoch bei der letzteren das Gefälle $\Delta T$ wegen der Wärmeübertragung vom Kälteträger auf die Luft $8^0$ höher an, so findet man bei einem Gesamtgefälle $\Delta T$ von z. B. $38^0$ eine Ueberlegenheit des Luftexpansionsprozesses um ca. 25 % gegenüber dem Kaltdampfprozeß. Leider wird aber dieses Ergebnis in Wirklichkeit, d. h. unter Einrechnung der Wirkungsgrade, sehr zu Ungunsten der Expansionsmaschine verschoben. Dies ist darin begründet, daß bei der Expansionsmaschine die aufzuwendende Arbeit sich aus der Differenz von Verdichtungs- und Expansionsarbeit ergibt, welche Differenz sehr empfindlich vom Wirkungsgrad der beiden Maschinen abhängig ist, während bei der Kaltdampfkältemaschine nur Kälteträgerverdichter in Frage kommt.[1]) Die Ausdehnung 4 (Abb. 3) des verflüssigten Kälteträgers spielt bei dieser Maschine eine ganz untergeordnete Rolle, sodaß man in der Regel die Druckabsenkung vom Verflüssiger zum Verdampfer über ein Drosselventil vornimmt. Folgende Zahlentafel 1 zeigt, wie mit zunehmender Abweichung vom Idealprozeß die Antriebsleistung der Luftexpansionsmaschine ganz bedeutend mehr steigt als diejenige der Kaltdampfkältemaschine, wobei für den Ideal

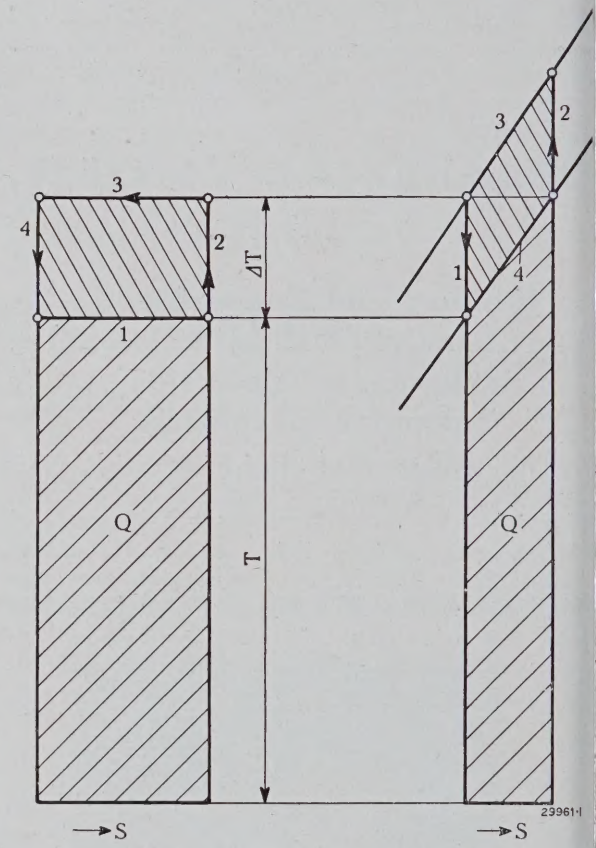



Abb. 3.
Entropie - Diagramm des Idealprozesses nach Carnot
1 und 3 Isothermen
2 und 4 Adiabaten

Abb. 4.
Entropie - Diagramm idealen Expansions-Prozesses.
1 und 2 Adiabaten
3 und 4 Isobaren

mit 100 % adiabatischem Wirkungsgrad die Leistung der Expansionsmaschine aus vorgenannten Gründen 25 % kleiner angesetzt wurde als diejenige der Kaltdampfmaschine.

Zahlentafel 1.

| Adiab. Wirkungsgrad % | **Kaltdampfmaschine** Antriebsleistung *A* | Luftexpansionsmaschine | | | Leistungsverhältnis *B* : *A* |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Verdichtungsarbeit | Expansionsarbeit | Antriebsleistung *B* | |
| 100 | 1,0 | 7,2 x) | 6,45 x) | 0,75 | 0,75 |
| 90 | 1,10 | 8,0 | 5,80 | 2,20 | 2,0 |
| 80 | 1,25 | 9,0 | 5,15 | 3,85 | 3,08 |
| 70 | 1,43 | 10,3 | 4,50 | 5,80 | 4,05 |

x) Diese Leistungen in kcal/kg ergeben sich z. bei einer adiabatischen Verdichtung von $30^0$ bez

[1]) Vergl. H. Lorenz, diese Zeitschrift Jahrgang 19

adiabatischen Expansion von 27°, welches Verhältnis einer gemeinsamen Ausgangstemperatur für Verdichtung und Expansion von 300° abs. entspricht. Die mit abnehmendem Wirkungsgrad außerordentlich rasche Zunahme der Antriebsleistung der Expansionsmaschine wird dadurch noch beungünstigt, daß gleichzeitig die Kälteleistung zurückgeht, indem die Luft weniger tief abgekühlt wird als bei adiabatischer Expansion.

## II. Luftentfeuchtungsanlage für Anglo American Corporation of South Africa Ltd. Johannesburg.

Trotzdem nach Vorstehendem die Luftexpansionsmaschine das Mehrfache an Leistung aufnimmt gegen-

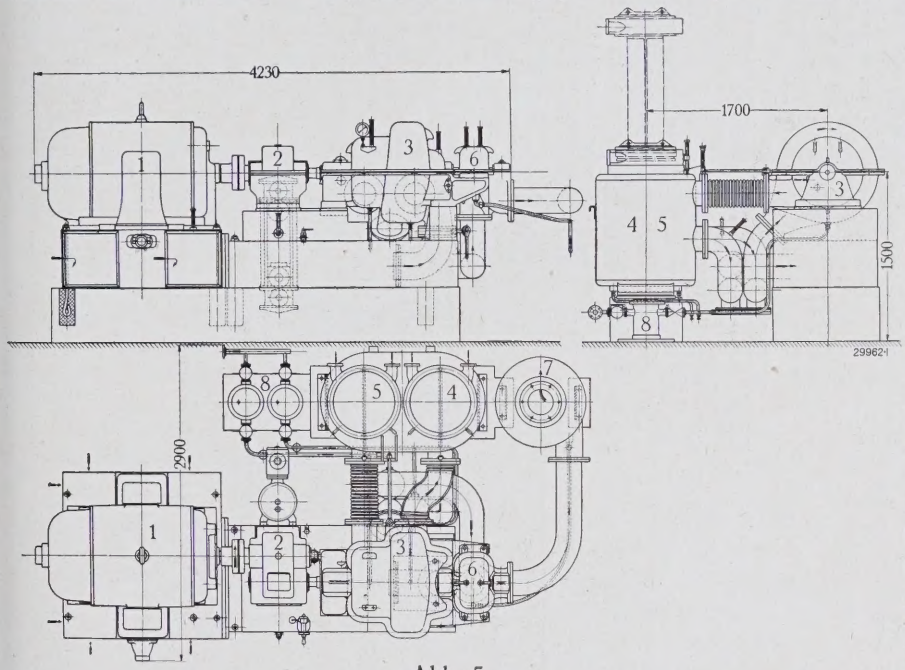



Abb. 5.
Luftentfeuchtungs- und Kühlanlage für die Goldminen der »Anglo-American-Corporation of South Africa, Johannesburg«.

Legende: 1 = Antriebsmotor
2 = Zahnradgetriebe
3 = 4-stufiges Turbogebläse
4 = Zwischenkühler
5 = Nachkühler
6 = 1-stufige Luftturbine
7 = Wasserabscheider
8 = Kondenstöpfe für Kühler 4 und 5.

über der Kaltdampfkältemaschine, hat diese Gesellschaft doch dieses System für die Entfeuchtung und Kühlung der Grubenluft ihrer Goldminen gewählt. In diesen herrscht infolge der großen Schachttiefe eine hohe Temperatur bei großer Feuchtigkeit, sodaß ein Arbeiten in größerer Tiefe nur noch bei künstlicher Kühlung möglich ist. Ausschlaggebend für die Wahl der unwirtschaftlicheren Luftexpansionsmaschine war der Umstand, daß infolge der großen Tiefe nur die Aufstellung einer Maschine vor Ort, also unten in der Grube in Frage kam. Eine Kühlung der Luft über Tage mittelst Kaltdampfkältemaschine schied der langen Leitungen wegen aus und die Aufstellung unter Tage einer solchen mit Ammoniak oder andern Kälteträgern betriebenen Maschine kam aus hygienischen und betriebstechnischen Gründen nicht in Frage.

Brown Boveri hat für genannte Gesellschaft im Jahre 1928 die Bestellung auf eine erste Luftexpansionsmaschine übernommen, trotzdem die Vorschriften inbezug auf Gewicht und Abmessungen den Bedürfnissen für große Wasserabscheideräume solcher Entfeuchtungsanlagen entgegen liefen. Durch umfangreiche Vorversuche wurden geeignete Mittel zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe gefunden.

Der Bestellung lagen folgende technische Daten zugrunde:

| | |
|---|---|
| Angesaugte Luftmenge bei 35° C und 100% Feuchtigkeit | 85,5 m³/min. |
| Ansaugedruck | 0,985 ata |
| Verdichtungsdruck | 3,0 ata |
| Aufgenommene Leistung des Verdichters | 280 kW |
| Zurückgewonnene Expansionsleistung | 80 kW |
| Zusatzleistung des Antriebsmotors | 200 kW |
| Kühlwassertemperatur | 26,6° C |
| Kühlwassermenge | 30 m³/h |
| Kaltlufttemperatur nach Turbine | +5 bis +10° C |
| Zulässiger Restgehalt an gebundenem Wasserdampf und freiem Wasser nach Expansion (je kg angesaugte Luft) | 10—15 gr |

Das Gebläse soll nach dem Vorschlag des Bestellers zwecks Belüftung des Motors die Luft durch diesen hindurch ansaugen, womit die etwa 17 kW betragenden Motorverluste in der nachfolgenden Kältemaschine mit herausgekühlt und so die unerwünschte Wärmequelle unschädlich gemacht wird. Mit Rücksicht auf die Einführungsschächte wurden die maximal zulässigen Abmessungen zu 1,22×1,69 m im Querschnitt und 3,04 m Länge vorgeschrieben. Brown Boveri kam dieser Forderung dadurch entgegen, daß sie sowohl den Verdichter als auch die Ex-

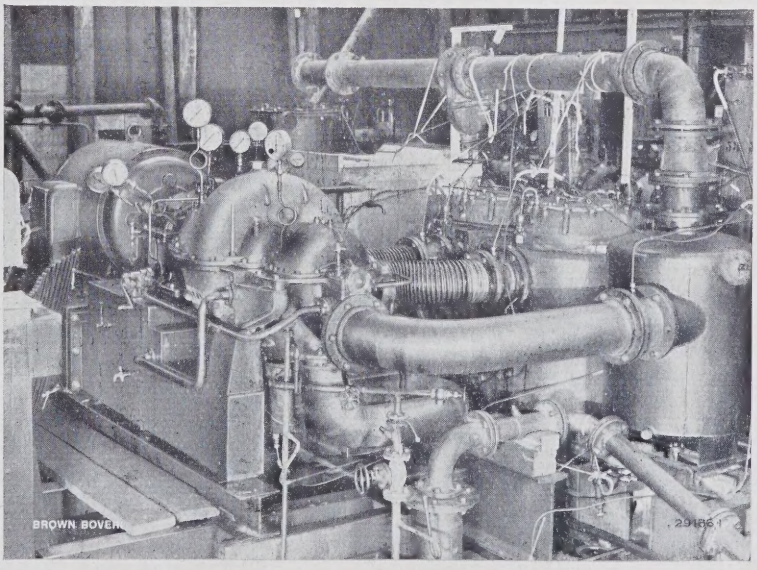



Abb. 6. Maschine auf dem Prüfstand.

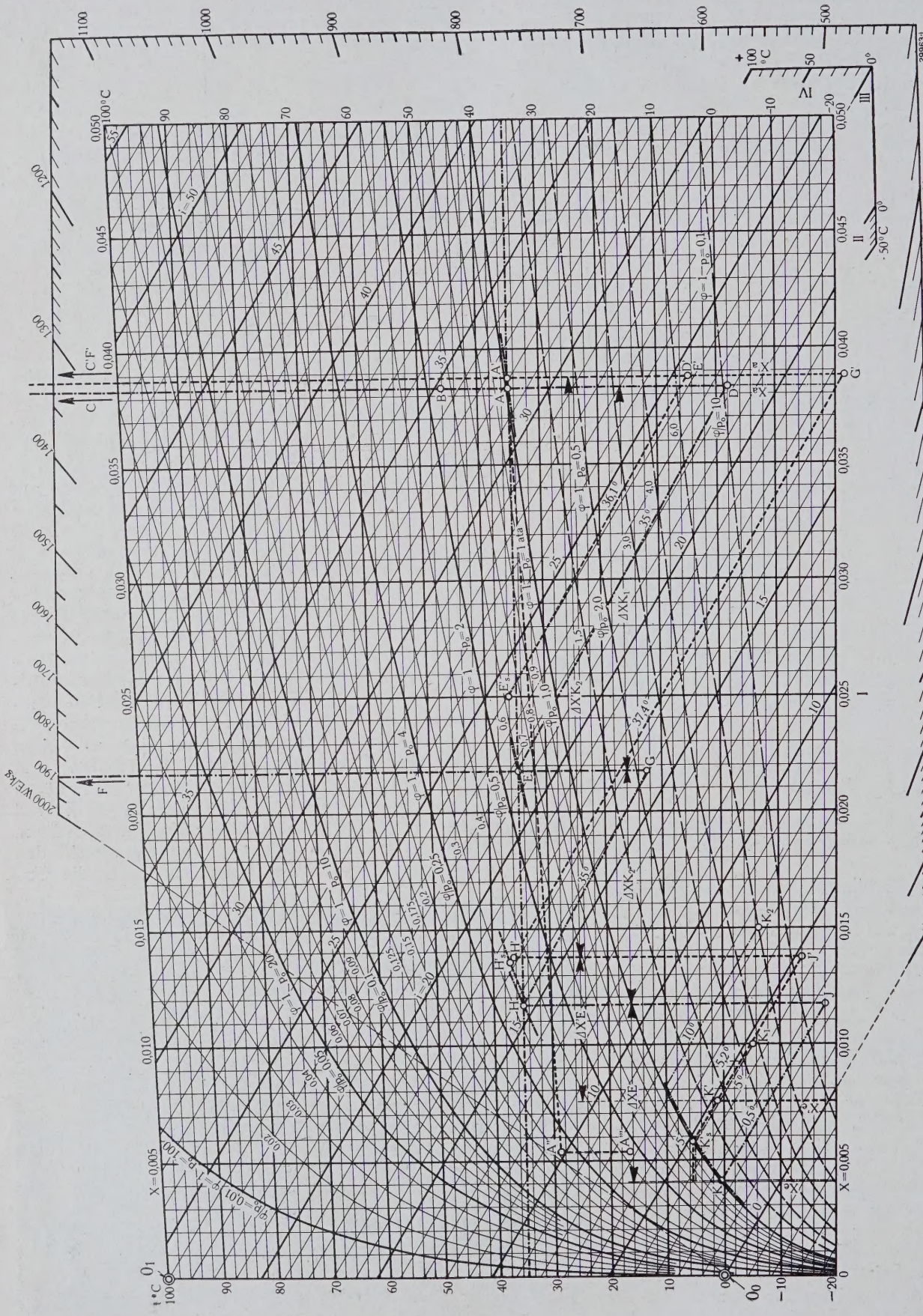


Abb. 7. Theoretischer und wirklicher Zustandsverlauf (Anlage Johannesburg) im *i-x*-Diagramm für feuchte Luft (erweitert für beliebige Drücke). Ordinaten: Wärmeinhalt *i* (schiefwinklig). Abszissen: Feuchtigkeitsgehalt *x*.

pansionsmaschine nach dem Turboprinzip baute und für diese die relativ hohe Drehzahl von 13000 Uml./min. wählte unter Anwendung eines Zahnradgetriebes. Abb. 5 zeigt den Aufbau und die Hauptdimensionen der Gruppe. Sowohl die Kühler, in welchen zufolge der durch die Verdichtung erzielten Volumenverminderung der größte Anteil der auszufüllenden Feuchtigkeit frei wird, als auch die Turbine wurden mit besonderen Abscheidevorrichtungen versehen. Abb. 8 zeigt die fertige Maschine auf dem Prüfstand, wo der bestellungsgemäße Ansaugezustand der Luft, d. h. vollständige Sättigung bei 35° C durch Einblasen von Dampf und elektrische Heizung hergestellt wurde. Im Vordergrund links sieht man das Turbogebläse mit der Luftturbine und rechts die Kühler und den Wasserabscheider. Die Ergebnisse haben die Erwartungen weit übertroffen, da schon hinter dem Nachkühler zwischen Gebläse und Turbine die vorschriftsmäßige Wassermenge ausgeschieden wurde. Die Befürchtungen des Bestellers, daß das in der Turbine durch Temperatursenkung frei werdende Wasser keine Zeit zur Tropfenbildung haben und als unterkühlter Nebel mitgerissen werden würde, hat sich nicht bestätigt, da bei verstärkter Abkühlung unter Null Grad sogar eine kräftige Schnee- und Eisbildung sich einstellte. Allerdings waren noch besondere Maßnahmen für die Abscheidung dieser restlichen Feuchtigkeit notwendig.

### 3. Darstellung der Vorgänge im erweiterten Mollier-i-x-Diagramm für feuchte Luft.

Die etwas umständliche Rechnung der Zustandsänderungen feuchter Luft wird durch Anwendung des $i$-$x$-Diagramms von Mollier nicht nur sehr erleichtert, sondern es werden die Vorgänge auch besonders anschaulich gemacht.[1]) Dieses Diagramm ist allerdings in seiner ursprünglichen Form hauptsächlich für atmosphärische Luft aufgebaut, kann aber, wie schon von Mollier angedeutet, für beliebige Drücke verwendbar gemacht werden. Abb. 7 ist ein so vom Verfasser erweitertes Diagramm, welches als Abzissen den Wassergehalt in kg je kg trockene Luft zeigt. Die nahezu horizontalen Geraden sind Linien gleicher Temperatur der ungesättigten Luft, während die schräg nach rechts unten verlaufenden geraden Linien gleichen Wärmeinhalts sind. Die parabelähnlichen Kurven, welche wie im ursprünglichen Diagramm Linien gleicher Feuchtigkeit darstellen, sind durch ihre Anschrift als $\varphi/p_0$-Linien für beliebige Drücke verwendbar, weshalb sie auch wie die Isothermen über das ganze Diagramm erweitert wurden.

Es ist hier zu beachten, daß als »relative Feuchtigkeit« $\varphi$ das Verhältnis der in einem gegebenen Raum vorhandenen Dampfmenge zur Sättigungsmenge bezeichnet wird, während man als »Sättigungsgrad« das Verhältnis $x/x' = \psi$ dieser Dampfmengen bezogen auf die Gewichtseinheit trockener Luft versteht. Nur die Kurven gleicher »relativer Feuchtigkeit« können auch auf andere Drücke bezogen werden, sodaß sie als $\varphi/p_0$-Linien angeschrieben werden dürfen. Bekanntlich ist die Dampfmenge je kg trockene Luft

$$x = 0{,}622 \frac{\varphi \cdot p}{p_0 - \varphi \cdot p_s} \text{ kg;}$$

wobei mit $p_0$ der Gesamtdruck und $\varphi p$ der Dampfteildruck bezeichnet ist. Diese Menge bleibt für einen bestimmten $\varphi/p_0$-Wert unverändert, also z. B. für $\varphi = 0{,}5$ und $p_0 = 1{,}0$ bezw. $\varphi = 1{,}0$ und $p_0 = 2{,}0$. Die Auftragung von $\psi$-Kurven gleichen »Sättigungsgrades« wäre allerdings bequemer, da man einfach die Isothermen zwischen Ordinatenachse und Grenzkurve in eine Anzahl Teile aufzuteilen und die Punkte miteinander zu verbinden hätte.

Die Isothermen der ungesättigten Luft dürfen ihrer Bedeutung nach nur bis zur Sättigungslinie des betr. Druckes benützt werden; bei Uebersättigung gehen sie in die sog. Nebel-Isothermen über, welche ungefähr gleiche Neigung haben wie die $i$-Linien. Da sich die Neigung der Nebel-Isothermen mit der Temperatur etwas ändert und diese für verschiedene Drücke an verschiedenen Stellen auf den Temperaturlinien ungesättigter Luft ansetzen, können diese Nebelisothermen nicht eingezeichnet werden. Ihre Richtung kann jedoch mit Hilfe des von Mollier eingeführten »Randmaßstabes« leicht gefunden werden. Im Diagramm der Abb. 7 sind 2 solche Randmaßstäbe vorgesehen. Der eine, 3 Seiten des Diagramms umschließende, wird benützt zur Richtungsanzeigung einer Zustandsänderung bei Einspritzung von Dampf oder Flüssigkeit mit dem Wärmeinhalt $i$ des Randmaßstabes, dessen Ausgangspunkt $0_0$ ist. Neben diesem Maßstab ist rechts unten ein zweiter mit dem Ausgangspunkt $0_1$ zur Festlegung der bereits erwähnten Nebelisothermen (IV), welche bei Kühlung unter 0 Grad sprungweise in die Eisisothermen II) übergehen. Die Benützung des Diagramms wird an einem Beispiel mit den Bestelldaten der Entfeuchtungsmaschine »Johannesburg« gezeigt, aus welchen sich folgende auf 1 kg trockene Luft umgerechnete Werte ergeben:

Ansauge-Gemischdruck $p_0 = 0{,}9850$ ata
Dampfteildruck bei 35° C und $\varphi = 1{,}0$ $p' = 0{,}0569$ ata
Luftteildruck $p_L = 0{,}9281$ ata
somit beträgt das Gewicht der trockenen Luft

$$G_L = \frac{p_L \cdot V}{R \cdot T_1} = \frac{0{,}9281 \cdot 85{,}5 \cdot 60}{29{,}3 \cdot 308} = 5270 \text{ kg/h}$$

Der Luft zugeführte Wärme beim Kühlen des Motors

$$\Delta i_H = \frac{kW \cdot 860}{G_L} = \frac{17 \cdot 860}{5270} = 2{,}8 \text{ kcal/kg}$$

Wärmewert der Verdichtungsarbeit

$$\Delta i_V = \frac{280 \cdot 860}{5270} = 46{,}0 \text{ kcal/kg}$$

Wärmewert der Expansionsarbeit

$$\Delta i_E = \frac{80 \cdot 860}{5270} = 13{,}0 \text{ kcal/kg}$$

Der Ausgangspunkt $A$ im $i$-$x$-Diagramm (Abb. 7) entspricht der relativen Feuchtigkeit $\varphi = 1$ beim Druck $p_0 = 0{,}985$ ata, er liegt also auf der $\varphi/p_0$-Linie 1,015 und zeigt einen Feuchtigkeitsgehalt $x_a = 0{,}0383$ kg. Die Motorverluste von $\Delta i_H = 2{,}8$ kcal/kg welche die Luft heizen, führen bei gleich bleibendem Wasserdampfgehalt auf dem Punkt $B$ mit $i_B = i_A + \Delta i_H$ beim $\varphi/p_0$-Wert $= 0{,}56$ oder mit $p_0 = 0{,}985$ auf eine relative Feuchtigkeit von ca. 55% und die Temperatur $t_B = 46°$. Die Verdichtung in der ersten Gebläsestufe ist bei gleichbleibendem Wasserdampfgehalt mit einer Zunahme des Wärmeinhalts von $\Delta i_V/_2 = 23$ kcal verbunden, sodaß der Endpunkt $C$ auf einer $i$-Linie $31{,}6 + 23 = 57{,}6$ liegen muß, welche allerdings außerhalb des Bildes fällt.

[1]) V. d. I. Zeitschrift, 20. Juli 1929.

Die nun einsetzende Kühlung auf rechnungsgemäß 35° C, also auf die Anfangstemperatur, führt infolge der durch die Verdichtung erfolgten Volumenabnahme in das übersättigte Gebiet, sodaß der Endpunkt *D* bei vorläufig noch gleichbleibendem Wasserdampfgehalt nicht auf einer der eingezeichneten Isothermen untersättigter Luft, sondern auf der Nebelisotherme 35° liegen muß, deren Richtung mit dem erwähnten Randmaßstab gefunden wird. Der Ausgangspunkt *E* dieser Nebelisotherme liegt auf einer $\varphi/p_0$-Linie 0,588 entsprechend einem Zwischendruck von 1,70 ata und $\varphi = 1$. Mit diesem Punkt ist die Menge $\Delta x_{K_1}$ des im Zwischenkühler frei werdenden Wassers bestimmt, sodaß bei dessen völliger Ausscheidung für die folgenden Zustandsänderungen nur noch mit $x = 0{,}0216$ zu rechnen ist. Die im Zwischenkühler abzuführende Wärme $i_C - i_D$ wird dargestellt durch die Linie *C*—*D*. Für die zweite Verdichterstufe ist in genau gleicher Weise vorzugehen unter Berücksichtigung der Sättigungslinie $\varphi/p_0 = 0{,}33$ bei $p = 3{,}0$ ata. $\Delta x_{K_2}$ zwischen den Punkten *HE* ist die im Nachkühler freiwerdende Wassermenge und es bleibt nach deren Ausscheidung im Punkte *H* nur noch 0,0116 kg Feuchtigkeit übrig. Die nun anschließende Expansion bewegt sich vorläufig wieder auf einer senkrechten bis zum Punkt *J*, dessen Wärmeinhalt infolge der abgegebenen Expansionsarbeit von 13,0 kcal/kg um diesen Betrag kleiner ist als derjenige von *H*. Da der Enddruck nach Expansion wieder 0,985 ata beträgt mit der $\varphi/p_0$-Linie = 1,015, so liegt der Punkt *J* im Nebelgebiet bei vorläufig noch unbekannter Temperatur, welche durch die Nebelisotherme *JK* gefunden wird. Zufällig beträgt diese Temperatur angenähert 0° (0,5°) C, sodaß die Richtung *JK* der Nebelisotherme fast genau mit der *i*-Linie zusammenfällt. Das in der Turbine frei werdende Wasser $\Delta x_E$ beträgt 0,0076 kg und es bleiben bei völliger Ausscheidung noch 0,004 kg Restwasserdampfgehalt $x_e$. Im günstigsten Falle würde also diese Dampfmenge in der Luft bleiben, sodaß mit der Garantiezahl von 10 bis 15 Gramm Restfeuchtigkeit noch 6 bis 11 Gramm freies Wasser mitgerissen werden dürfte. Der Garantienachweis hat sich natürlich nicht nur auf dieses Restwasser zu beziehen, sondern es ist letzten Endes die spezifische Leistungsaufnahme maßgebend, welche einerseits mit dem ausgeschiedenen Wasser und andererseits mit der Kälteleistung verglichen werden soll.

Die auf die eingeführte Leistung, bzw. deren Wärmewert bezogene Wasserausscheidung als »spezifische Entfeuchtung« ist garantiegemäß

$$\varepsilon_x = \frac{G_L \cdot (x_a - x_e)}{KW \cdot 860} = \frac{5270 \cdot (38{,}3 - \widehat{10 \div 15})}{200 \cdot 860}$$

$$= 0{,}87 \text{ bis } 0{,}72 \text{ gr/kcal.}$$

Vergleicht man andererseits die erzielte Kälteleistung wieder mit dem Wärmewert der aufgewendeten Arbeit, wie es bei Kältemaschinen allgemein üblich ist, so erhält man die spezifische Kälteleistung $\varepsilon_i$ zu

$$\varepsilon_i = \frac{G_L \ (i_a - i_e)}{KW \cdot 860} = \frac{5270 \ (31{,}8 - \widehat{4{,}6 \div 7{,}3})}{200 \cdot 860} =$$

$$= 0{,}83 \text{ bis } 0{,}75$$

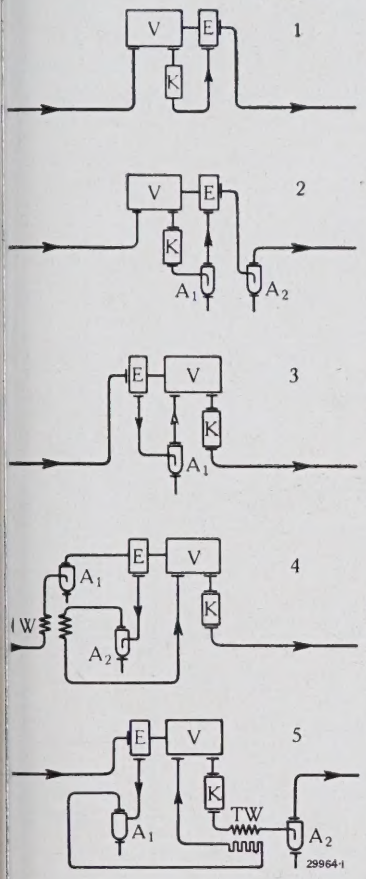
wobei $i_e$ den Garantiepunkten $K_1$ bezw. $K_2$ mit 5 bis 10° C und 10 bis 15 gr Feuchtigkeit entspricht. Man sieht auch hier wieder, wie schon in Zahlentafel 1 gezeigt, daß die Leistungsziffer $\varepsilon_i$ bei weitem nic den von Kaltdampfmaschinen möglichen Wert erreic der bei den vorliegenden Verhältnissen bis ca. 4 betragen könnte. Natürlich dürfen nur Versuch werte mit diesen Garantiezahlen verglichen werde für welche die Ansauge- und Kühlwasserverhältnis dieselben sind; wärmeres Kühlwasser hat nicht n größere Leistungsaufnahme infolge schlechter Zwischenkühlung, sondern vor allem geringere A kühlung und damit weniger Wasserausscheidu zur Folge.

Im gleichen Diagramm der Abb. 7 ist ein Ve suchswert als Linienzug eingetragen, der inbezug a Wassertemperatur, Kühlwassermenge und Ansaug verhältnisse den Bestelldaten am nächsten liegt. W schon gesagt, mußte die Luft durch Dampfeinspritzu und elektrische Heizung auf den bestellungsgemäß Zustand gebracht werden. *A'''*—*A''* ist die n elektr. Heizung eingeführte Wärme bei gleich bleibende $x$ der mit $\varphi = 44\%$ angesaugten Luft von 16,2 ° Die Zustandsänderung infolge Dampfeinspritzu verläuft auf der Geraden *A''*—*A'*, deren Richtu $O_0 - \widehat{i = 655}$ des Randmaßstabes gegeben ist, wob $i = 655$ der Wärmeinhalt des Einspritzdampfes is Diese beiden Zustandsänderungen führen angenähe auf den am Aufstellungsort herrschenden, der B stellung zugrundegelegten Ansaugezustand *A*.

Die Wärmeaufnahme im Motor und die Ve dichtung in der ersten Gebläsestufe verlaufen vo Punkt *A'* aus vertikal aufwärts über den Anfang dampfgehalt $x_a' = 0{,}0386$ kg bis zum außerhalb d Blattes liegenden Punkt C' und infolge der Kühlu auf 36,1° von dort wieder zurück bis zum Punkt *L* welcher auf der Nebelisotherme 36,1° C liegt, d im Punkte $E_S'$ beginnt. $E_S'$ entspricht der relative Feuchtigkeit $\varphi = 1$ beim Druck 1,602 nach de ersten Kühler und liegt deshalb auf der $\varphi/p_0$-Lin 0,62. Da merkwürdigerweise in diesem Kühler ke Wasser ausgeschieden wurde, obwohl ungefähr 0,013 kg frei geworden sind, beginnt die weitere Ve dichtung der zweiten Gebläsestufe im Punkte *E'* bei ursprünglichen Dampfgehalt $x_a' = 0{,}0386$ kg. D Zustandsänderung der weiteren Verdichtung verläu also wieder auf der anfänglichen Senkrechten üb $x_a'$ bis zum Punkte *F'* und kehrt durch die nach folgende Kühlung auf 37,4° zum Punkt *G'* zurü der auf der Nebelisotherme 37,4° liegt mit de Sättigungspunkt $H_S'$ bei 3,135 ata und $\varphi/p_0 = 0{,}3$ Von der nach dem zweiten Kühler frei werdende Wassermenge ($x$-Differenz zwischen den Punkten G und $H_S'$) von 0,0252 kg wurden 99% (Punkt *H* also $\Delta x'_{k_2} = 0{,}025$ kg ausgeschieden, welches Ergebn als außerordentlich günstig bezeichnet werden mu nachdem im ersten Kühler überhaupt gar kein Wass ausgefällt wurde Offenbar hat sich im ersten Kühl nur Nebel gebildet, der erst im zweiten Kühler z abscheidbaren Tropfen verdichtet wurde, wobei auc das in diesem Kühler frei werdende Wasser mit ve dichtet wurde. Die im Punkte *H'* einsetzende E pansion verläuft in bekannter Weise auf der $x$-Lini 0,0136 senkrecht nach unten zum Punkte *J'*, de auf der Nebelisotherme 5,2° liegt, welche Temperatu durch die Expansion auf 1,009 ata erreicht wurd und deren Sättigungszustand durch den Punkt *K* ($x = 0{,}0057$ kg) dargestellt wird. Mit diesem Ergebni wurde somit die untere Grenze der garantierte

Endtemperatur von 5 bis 10° erreicht. Nach längeren Versuchen konnten nach der Turbine von den 0,0078 kg frei werdenden Wassers noch $\Delta X'_E = 0{,}0061$ kg durch ein besonderes, geschütztes Verfahren ausgeschieden werden, sodaß der Endzustand der Luft auf den Punkt $K'$ mit der restlichen Feuchtigkeitsmenge von $x_e' = 0{,}0386 - (0{,}025 + 0{,}0061) = 0{,}0075$ kg fällt. Es wurde also die Garantie der Restfeuchtigkeit von $x_e = 0{,}010$ bis 0,015 kg weit unterschritten und das Ergebnis ist als ein bedeutender Fortschritt auf diesem Gebiete zu

Abb. 8.
Verschiedene Anordnungen von Luftexpansionsmaschinen.
V = Verdichter $K$ = Kühler
E = Expansionsmaschine $A_1$ $A_2$ = Wasserabscheider
$TW$ = Temperaturwechsler.




bezeichnen, besonders wenn man bedenkt, daß sonst für solche Zwecke der Entfeuchtung von Luft große Räume vorgesehen werden, in welchen das Wasser bei ruhender Luft durch die Schwere ausgefällt wird, während hier infolge der vorschriftsmäßig gedrängten Bauart die Luftgeschwindigkeit noch sehr beträchtlich war. Besonders drastisch zeigt sich dieser Erfolg auch in folgenden Zahlen: Frei werdende Feuchtigkeit (bis Sättigungspunkt $K_S'$) $= 0{,}0386 - 0{,}0057 = 0{,}0329$ kg.

Wirklich ausgeschiedenes Wasser $x_a' - x_e' = 0{,}0386 - 0{,}0075 = 0{,}0311$ kg also ca. 95% des theoretisch möglichen Wertes.

Die weitere Kritik in Bezug auf die spez. Entfeuchtung $\varepsilon_x$ ergibt sich bei 216 kW Kupplungsleistung und 5130 kg/h gefördertes Gewicht trockener Luft ebenfalls einen sehr günstigen Wert.

Es ist die gemessene spez. Entfeuchtung $\varepsilon_x =$

$$\frac{\text{ausgeschiedenes Wasser}}{\text{Wärmewert der Arbeit}} = \frac{GL \cdot (x_a' - x_e')}{\text{kW} \cdot 860}$$

$$= \frac{5130\ (38{,}6 - 7{,}5)}{216 \cdot 860} = 0{,}86 \text{ g/kcal}$$

gegenüber 0,87 bis 0,72 g/kcal der Garantie.

Die gemessene spezifische Kälteleistung $\varepsilon_i$

$$= \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{Wärmewerte der Arbeit}}$$

$$= \frac{GL \cdot (i_a' - i_e')}{\text{kW} \cdot 860} = \frac{5130\ (32{,}1 - 4{,}6)}{216 \cdot 860} = 0{,}76$$

erfüllt die Garantiewerte $\varepsilon_i = 0{,}83 \div 0{,}75$ ebenfalls.

**IV. a) Abhängigkeit der Leistungsziffer und des ausgeschiedenen Wassers vom Druckverhältnis der Luftkältemaschine.**

**b) Vergleich der Ueber- und Unterdruckmaschine.**

Mit Hilfe des $i$-$x$-Diagramms lassen sich bequem und in anschaulicher Weise die verschiedensten Einflüsse auf den Effekt der Luftkältemaschine untersuchen. Dabei werden vor allem die im vorigen Kapitel erwähnten Leistungsziffern $\varepsilon_x = \varepsilon_i$ von Interesse sein, deren Bedeutung

$$\varepsilon_i = \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{Wärmewert der Arbeit}}$$

und $$\varepsilon_x = \frac{\text{ausgeschiedenes Wasser}}{\text{Wärmewert der Arbeit}}$$

bekannt sind. Bei gegebenen Kühlwasserverhältnissen wird die Frage des zu wählenden Druckverhältnisses eine Hauptrolle spielen, anderseits läßt sich die Frage aufwerfen, ob statt der bisher besprochenen Anordnung

Verdichtung — Kühlung — Expansion

die Umkehrung des Prozesses

Expansion — Verdichtung — Kühlung

Vorteile bringen könnte, wobei in beiden Fällen noch gewisse Schaltungen bezüglich Vor- oder Nachkühlung mittelst der kalten Luft möglich sind. In Abb. 8 sind 5 verschiedene Anordnungen schematisch dargestellt, deren Bedeutung aus der Legende hervorgeht. Die in den folgenden Bezeichnungen benützten Indices 1 bis 5 entsprechen diesem Schema. Die Untersuchung erstreckt sich auf Druckverhältnisse von 1 zu 8, wobei nach jedem Druckverhältnis von 1,69 Zwischenkühlung auf 35° C angenommen wurde, wie aus dem Entropie-Diagramm der Abb. 9 für trockene Luft ersichtlich, in welchem allerdings die Verhältnisse nur bis zum Druckverhältnis 4,81 gezeigt sind. Es entspricht z. B. dem Linienzug $ABCDEFGH$ eine dreistufige Verdichtung mit 2 Zwischenkühlungen $BC$ und $DE$ und eine einstufige Expansion $GH$, deren Temperaturverlauf jedoch nur für trockene Luft gültig ist. Für Zwischendrücke 2,85 und 1,69 ata sind diese Expansionslinien $EH'$ und $CH''$ ebenfalls eingezeichnet. Die ausgezogenen Linien entsprechen Ueberdruckmaschinen nach Schema 1 und 2 der Abb. 8, während die punktierte Expansionslinie $AK$ sich auf eine Unterdruckmaschine nach Schema 3 bezieht. Die aus diesem Diagramm ablesbaren Wärmewerte der Verdichtungs- und Expansions

arbeit wurden benutzt für die weiteren Untersuchungen im $i$-$x$-Diagramm für feuchte Luft, in welchem die theoretisch mögliche Wasserausscheidung sowie die Aenderung des Wärmeinhalts (Kälteleistung) und die Temperaturen mit Hilfe dieser Werte leicht gefunden werden. Letztere sind in das Entropiediagramm der

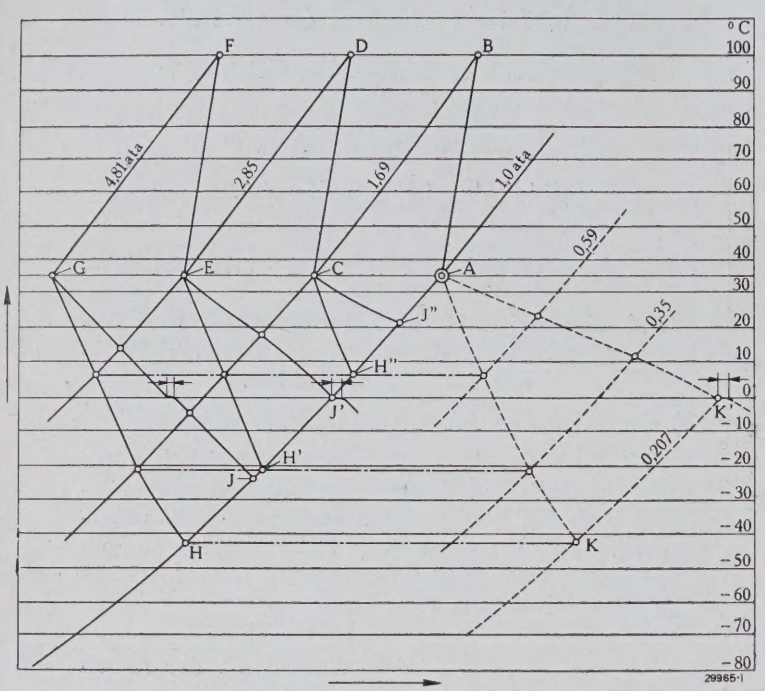



Abb. 9. Luftexpansionsprozeß im $i$-$s$-Diagramm für trockene Luft.
Ordinaten: Wärmeinhalt $i$ (1 mm = 0,2 WE)
Abscissen: Entropie $s$ (1 mm = 0,0008 Entr. Einh.).

Abb. 9 übertragen worden und man sieht, wie die Temperaturabsenkung $GJ\ EJ'\ CJ''$ sowie $AK'$ bedeutend geringer ist als bei der Expansion trockner Luft ($GH\ EH'\ CH''\ AK'$). Die Ursache dieser geringeren Temperaturabsenkung feuchter Luft liegt in der freiwerdenden Verdampfungswärme des ausfallenden Wassers welches bei gleichbleibendem Wärmeinhalt die Temperatur des Gemisches erhöht. Diese Temperaturlinien feuchter Luft weisen demnach bei gleichem Druck gleichen Wärmeinhalt auf, wie diejenigen der Expansion trockener Luft, bis auf einen sehr kleinen Unterschied der Flüssigkeitswärme des ausfallenden Wassers, sofern letzteres dem Prozeß entzogen wird. Vernachlässigt wurde bei diesem Uebertragungsverfahren der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Verdichtungs- und Expansionsarbeit, welche aber bei den Verhältnissen vorliegender Untersuchung nur sehr gering ist. Man sieht in Abb. 9 sehr deutlich, daß der Temperaturverlauf bei Expansion feuchter Luft gegenüber demjenigen trockener Luft innerhalb gleicher Druckverhältnisse bei hohen Drücken weniger abweicht als bei kleinen, dies weil pro Gewichtseinheit das geringere Volumen weniger Wasserdampf enthält, weshalb bei der Expansion weniger Wasser bezw. Verdampfungswärme frei werden kann. Aus diesem Grunde wird bei der Unterdruckmaschine, deren Expansion bei 1 ata beginnt (Linie $AK$ bezw. $AK'$), in der Turbine am meisten Wasser ausgeschieden, weshalb die Linie $AK'$ die größte Abweichung gegenüber der »trockenen« Expansion $AK$ zeigt. Anderseits wird aber bei dieser Anordnung im Gegensatz zur Ueberdruckmaschine durch die nachfolgende Verdichtung und Kühlung kein Wasser mehr ausgeschieden, indem der Zustand der Luft dadurch höchstens wieder auf denjenigen des Punktes $A$ gebracht werden kann. (Verdichtung auf 1,0 ata und Kühlung auf 35° C), sofern nicht eine Nachkühlung nach Schaltung 5 der Abb. vorgenommen wird. Nebst diesem Nachteil wäre die Unterdruckmaschine für ein dem kleineren Druck entsprechend größeres Volumen zu bauen, sodass mit dieser Anordnung nur Nachteile verbunden sind. Bemerkenswert ist noch die über eine kurze Strecke gleich bleibende Temperatur bei 0 Grad, eine Folge der Schmelzwärme des gefrierenden Wassers.

Die weitere Auswertung bezüglich Leistungsziffer $\varepsilon_i$ zeigt Abb. 10 nebst einem Vergleich mit der Kaltdampfkältemaschine bezüglich der Schema 1 und (Abb. 8). Für diesen Vergleich wurde ein zusätzliches Temperaturgefälle von 8° zwischen Kälteträger und Kaltluft sowie eine Leistungsziffer von 150 auf 1 Grad Temperaturgefälle der Kaltdampfkältemaschine angenommen[1]) (punktierte Linien 1' und 2'). Die

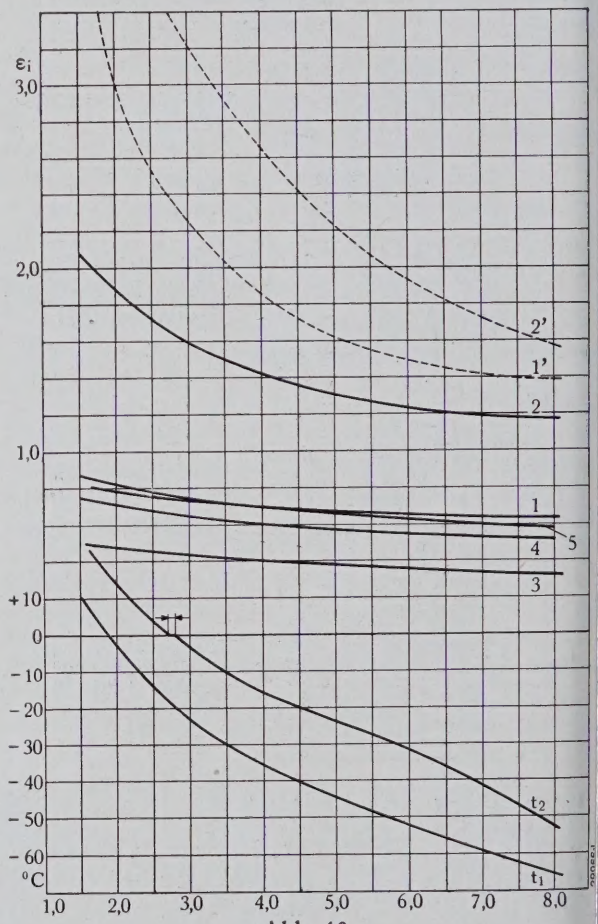



Abb. 10.
Leistungsziffer der Luftkältemaschine in Abhängigkeit des Druckverhältnisses im Vergleich mit der Kaltdampfkältemaschine.
Ordinaten: Leistungsziffer $\varepsilon_i$ und Kaltlufttemperatur $t_i$
Abscissen: Druckverhältnis.
Die Indices 1 bis 5 entsprechen den Anordnungen 1 bis der Abb. 8. Punktierte Kurven 1' und 2' beziehen sich auf Kaltdampfkältemaschinen.

[1]) Es ist im Kältemaschinenbau allgemein üblich die Leistungsziffer $\varepsilon$ auf das ganze Gefälle $\Delta t$ zu beziehen; richtiger erscheint jedoch die auf 1 Grad Temperaturgefälle bezogene Leistungsziffer, womit eine bessere Bewertung des Wirkungsgrades, unabhängig vom Gefälle, möglich wird.

eingangs erwähnte große Ueberlegenheit der letzteren kommt auch hier wieder deutlich zum Ausdruck und zwar ganz besonders bei der Kühlung trockener Luft (Linien 1 und 1'); bei der Kühlung feuchter Luft (Linie 2 und 2') wird der Unterschied deshalb geringer, weil die freiwerdende Verdampfungswärme des durch die Verdichtung und nachfolgende Kühlung ausfallenden Wassers den Wärmeinhalt der Luft ohne Mehrleistung bedeutend mehr vermindert gegenüber den Verhältnissen trockener Luft. Man sieht auch hier wieder die Ueberlegenheit der Ueberdruckmaschine gegenüber der Unterdruckmaschine (Kurven 3, 4 und 5), welche selbst bei Anwendung von Vor-

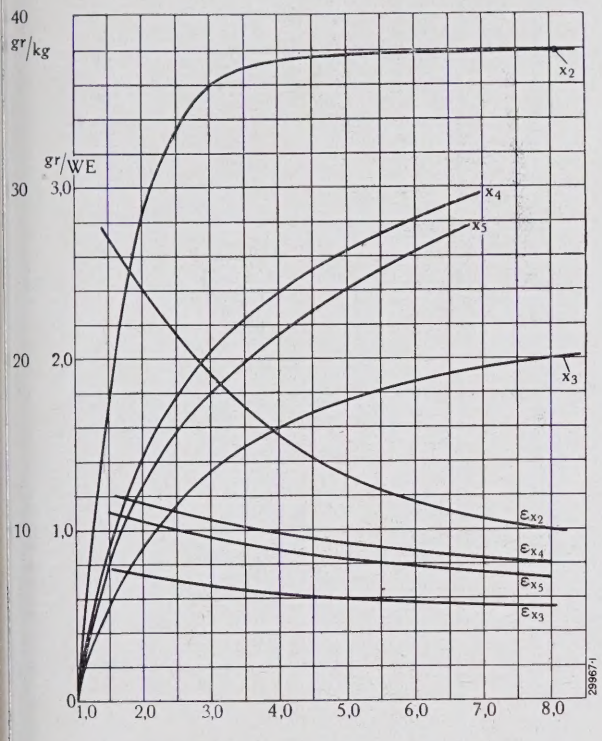



Abb. 11.

Effektive und spezifische Wasserausscheidung in Abhängigkeit des Druckverhältnisses.

Ordinaten: Ausgeschiedene Wasser x in Gramm pro kg trockene Luft und spezifische Wasserausscheidung $\varepsilon_x$ pro kcal der aufgewendeten Arbeit.

Index 2 bis 5 beziehen sich auf entsprechende Anordnungen der Abb. 8.

nd Nachkühlung höchstens die Werte der Ueberruckmaschine für trockene Luft (Kurve 1) erreicht. Es soll hier noch nachgeholt werden, daß die Unterruckmaschine für trockene Luft dieselbe Leistungsiffer aufweist wie die entsprechende Ueberdruckaschine, weil bei gleichem Druckverhältnis die Verichtungs- und Expansionsarbeit pro Gewichtseinheit n beiden Fällen gleich ist und der sonst ungleichroße Einfluß der Wasseraussscheidung hier wegfällt.

Trotzdem einerseits mit zunehmendem Druckerhältnis der Luftkältemaschine die Ueberlegenheit er Kaltdampfmaschine abnimmt, so müßte dieses nderseits doch möglichst klein gewählt werden, weil ie Leistungsziffer mit abnehmendem Druck besonders ei kleinen Drücken rasch zunimmt (Kurve 2) was im Hinweis auf die Abb. 3 und 4 leicht verständlich und auch für die Kaltdampfkältemaschine gültig ist. Die Wahl des Druckverhältnisses kann aber nicht immer nur mit Rücksicht auf die Leistungsziffer getroffen werden, sondern es wird neben einer bestimmten Kälteleistung meist auch eine bestimmte Kaltlufttemperatur gefordert. Soll diese z. B. 0 Grad betragen, so muß gemäß der Temperaturkurve $t_2$ (Ueberdruckmaschine und feuchte Luft des Schemas 2) ein Druckverhältnis von ca. 2,8 gewählt werden oder ca. 1,85 bei trockener Luft (Kurve $t_1$).

Es ist noch zu bemerken, daß der beträchtliche Gewinn durch Vor- und Nachkühlung, welcher zwar nur für die Unterdruckmaschine untersucht wurde (Kurven 4 und 5 gegenüber 3), nur mit unverhältnismäßig hohen Mehrkosten für den nötigen »Temperaturwechsler« erkauft werden kann, dessen Kühlflächen, des kleinen Temperaturgefälles und der ungünstigen Wärmeübertragung von Luft zu Luft wegen sehr groß ausfallen würden.

Zum Schluß zeigt Abb. 11 noch die effektiv aus 1 kg Luft ausfallende Feuchtigkeit $x$ sowie die spezifische Entfeuchtung $\varepsilon_x$ pro WE der aufgewendeten Arbeit. Auch hier zeigt sich deutlich die starke Ueberlegenheit der Ueberdruckmaschine (Kurve $x_2$ bezw. $x_3$, $x_4$, $x_5$). Bemerkenswert ist ferner der rasche Anstieg der Wasserausscheidung bis zum Druckverhältnis 3,0, von wo ab sich dieselbe nur noch sehr langsam dem Maximal möglichen Wert von 38,3 Gramm nähert.

Wie die Leistungsziffer $\varepsilon_i$ nimmt auch die spezifische Wasserausscheidung $\varepsilon_x$ mit abnehmendem Druck stark zu und man müßte wieder wie bei der Beurteilung nach der Leistungsziffer $\varepsilon_i$ das Druckverhältnis möglichst klein wählen. Es wäre also mit andern Worten vorteilhafter, viel Luft mit kleinem Druckverhältnis umzuwälzen als umgekehrt. Vergleicht man z. B. die beiden Druckverhältnisse 1,69 und 2,85 (Kurve $x_2$ und $\varepsilon_{x_2}$) mit 22 und 35,3 Gramm Ausscheidung, so müßte man im ersteren Fall 60% mehr Luft abwälzen bei nur etwa halber Arbeitsleistung pro kg oder etwa 80% Totalleistung gegenüber 100% beim Verhältnis 2,85, welche Differenz in der entsprechend höheren Leistungsziffer $\varepsilon_x$ beim Druckverhältnis 1,69 zum Ausdruck kommt. Auch hier wird aber nicht immer die spezifische Wasserausscheidung, sondern gleichzeitig auch die gewünschte Kaltlufttemperatur ausschlaggebend sein. Handelt es sich um Raumkühlung, so kann man allerdings in der Wahl der Umlaufmenge die Kaltlufttemperatur bis zu einem gewissen Grade beeinflussen, indem man z. B. für eine Mischtemperatur von 20° auf zwei Teile Warmluft von 30° entweder 1 Teil Kaltluft von 0° oder, was wirtschaftlicher wäre, zwei Teile Kaltluft von 10° beimischt. Diese Vergrößerung der Umlaufmenge ist anderseits begrenzt durch die Größe der Umlaufkanäle und die Behaglichkeitsgrenze bewegter Luft (Zugwirkung).

Es lassen sich deshalb keine allgemein gültigen Regeln für die Wahl des Druckverhältnisses aufstellen und man wird von Fall zu Fall durch Prüfung aller Umstände die zweckmäßigste Bemessung prüfen müssen.

# Ueber die Aufstellung einer technischen Zustandsgleichung für über- und unterkritische Zustände der Luft.

(Mitteilung aus dem Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe).

Von F. Naumann.

(Schluß).

b) Die thermische Zustandsgleichung.

Wir gehen jetzt dazu über, aus dieser Gleichung mit Hilfe der thermodynamischen Beziehung (vergl. Gl. (4)

$$A(v/T) = -\int \frac{1}{T^2}\left(\frac{\partial i}{\partial P}\right)_T \cdot dT + \psi(P)$$

eine Zustandsgleichung zu entwickeln.

Zu diesem Zwecke differenzieren wir den Ausdruck für $i$ bei konstantem $T$ nach $P$. Um dies übersichtlich zu gestalten, wird in Gl. (8 b) für den Logarithmus der Area Sinus eingeführt.
Es ist bekanntlich

$$\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,x = ln\,[x + \sqrt{x^2+1}],$$

damit wird

$$i = i_0 + \frac{1}{\sqrt{\alpha}}\left[\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\left(\frac{T-a}{\sqrt{m}}\right)\right] + \frac{1}{\sqrt{\alpha}}\,ln\sqrt{m} - \varphi_0(P)$$

$$\left(\frac{\partial i}{\partial P}\right)_T = -\frac{\alpha'}{2\sqrt{\alpha^3}}\,\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\left(\frac{T-a}{\sqrt{m}}\right) - \frac{1}{\sqrt{\alpha}}\cdot\frac{\sqrt{m}}{\sqrt{(T-a)^2+m}}$$
$$\left[\frac{T\cdot m'}{2\sqrt{m^3}} + \left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'\right] + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha}}\,ln\sqrt{m}\right)' - \varphi^0(P).$$

Nach einiger Zusammenfassung wird

$$\left(\frac{\partial i}{\partial P}\right)_T = -\frac{\alpha'}{2\alpha\sqrt{\alpha}}\,\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\left(\frac{T-a}{\sqrt{m}}\right) - \frac{m'\cdot T}{2m\sqrt{\alpha}\sqrt{(T-a)^2+m}}$$
$$- \frac{\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}\sqrt{(T-a)^2+m}} + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha}}\,ln\sqrt{m}\right)' - \varphi_0'(P).$$

Die gestrichenen Größen bedeuten die Ableitung der durch sie vertretenen Druckfunktionen.
Das Integral wird dann

$$A(v/T) = \frac{\alpha'}{2\alpha\sqrt{\alpha}}\int\frac{1}{T^2}\,\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\left(\frac{T-a}{\sqrt{m}}\right)dT +$$
$$+ \frac{m'}{2m\sqrt{\alpha}}\int\frac{dT}{T\sqrt{(T-a)^2+m}} + \frac{\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}\int\frac{dT}{T^2\sqrt{T-a)_2+m}}$$
$$- \left(\frac{ln\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}\right)'\int\frac{dT}{T^2} + \varphi_0'(P)\int\frac{dT}{T^2} + A\,\psi(P), \qquad (9)$$

worin $\psi(P)$ eine willkürliche Druckfunktion bedeutet. Es sind demnach durch diese Operationen fünf Integrale entstanden, von denen die drei ersten umständlicher sind.

Zu dem gleichen Ergebnis gelangt man, wenn man von der Formel (7) für $c_p$ ausgeht und von (1a) Gebrauch macht. Die Integrationsschwierigkeiten sind ungefähr dieselben, wie bei Benutzung der

Zahlentafel 1[1]).
Einzelwerte für die Berechnung der Druckfunktionen $F$.

| $p =$ | 10,33 | 20,66 | 31,00 | 41,33 | 51,66 | 62,00 | 82,66 | 103,33 | 124,00 | 134,33 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 0,469 | 0,1885 | 0,1047 | 0,0674 | 0,0474 | 0,0351 | 0,02153 | 0,01464 | 0,01053 | 0,00916 |
| $\alpha'$ | $-0{,}565\cdot10^{-5}$ | $-0{,}1274\cdot10^{-5}$ | $-0{,}5035\cdot10^{-6}$ | $-0{,}255\cdot10^{-6}$ | $-0{,}1475\cdot10^{-6}$ | $-0{,}94\cdot10^{-7}$ | $-0{,}448\cdot10^{-7}$ | $-0{,}25\cdot10^{-7}$ | $-0{,}1522\cdot10^{-7}$ | $-0{,}1231\cdot10^{-7}$ |
| $a$ | 87,1 | 114 | 127,0 | 135 | 140 | 143,6 | 148,5 | 151,5 | 153,7 | 154,3 |
| $a'$ | $0{,}398\cdot10^{-3}$ | $0{,}1706\cdot10^{-3}$ | $0{,}94\cdot10^{-4}$ | $0{,}5967\cdot10^{-4}$ | $0{,}4114\cdot10^{-4}$ | $0{,}3005\cdot10^{-4}$ | $0{,}1806\cdot10^{-4}$ | $0{,}1204\cdot10^{-4}$ | $0{,}86\cdot10^{-5}$ | $0{,}74\cdot10^{-5}$ |
| $b$ | 12,72 | 1,835 | 0,183 | 0,0306 | 0,429 | 1,140 | 3,246 | 6,08 | 9,57 | 11,65 |
| $b'$ | $-0{,}2852\cdot10^{-3}$ | $-0{,}3286\cdot10^{-4}$ | $-0{,}591\cdot10^{-5}$ | $+0{,}181\cdot10^{-5}$ | $+0{,}5564\cdot10^{-5}$ | $0{,}8093\cdot10^{-5}$ | $0{,}12011\cdot10^{-4}$ | $0{,}1541\cdot10^{-4}$ | $0{,}1864\cdot10^{-4}$ | $0{,}2027\cdot10^{-4}$ |
| $\varphi_0'(P)$ | $0{,}5526\cdot10^{-4}$ | $0{,}4876\cdot10^{-4}$ | $0{,}4665\cdot10^{-4}$ | $0{,}4565\cdot10^{-4}$ | $0{,}4515\cdot10^{-4}$ | $0{,}4479\cdot10^{-4}$ | $0{,}4442\cdot10^{-4}$ | $0{,}4426\cdot10^{-4}$ | $0{,}441\cdot10^{-4}$ | $0{,}441\cdot10^{-4}$ |
| $m$ | 27,16 | 9,74 | 1,75 | 0,4550 | 9,054 | 32,5 | 150,6 | 415,0 | 909 | 1275 |
| $m'$ | $-0{,}281\cdot10^{-3}$ | $-0{,}1084\cdot10^{-3}$ | $-0{,}479\cdot10^{-4}$ | $+0{,}2847\cdot10^{-4}$ | $+0{,}1454\cdot10^{-3}$ | $0{,}3172\cdot10^{-3}$ | $0{,}869\cdot10^{-3}$ | $0{,}1764\cdot10^{-2}$ | $0{,}3084\cdot10^{-2}$ | $0{,}3937\cdot10^{-2}$ |
| $\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'$ | $0{,}1629\cdot10^{-3}$ | $0{,}258\cdot10^{-3}$ | $0{,}139\cdot10^{-2}$ | $-0{,}618\cdot10^{-2}$ | $-0{,}36\cdot10^{-3}$ | $-0{,}1178\cdot10^{-3}$ | $-0{,}3345\cdot10^{-4}$ | $-0{,}1522\cdot10^{-4}$ | $-0{,}837\cdot10^{-5}$ | $-0{,}543\cdot10^{-5}$ |

[1]) Bei den Zahlenrechnungen wurde ich von Herrn cand. ing. v. Bormann unterstützt.

$i$-Gleichung. Da dort die willkürliche Funktion $\varphi_0\,(P)$ bereits festgelegt ist, wird dieser Weg weiter verfolgt.

Die in Gleichung (9) auftretenden Integrale haben folgende Lösungen:

$$\mathfrak{J}_1=\frac{\alpha'}{2\alpha\sqrt{\alpha}}\int\frac{1}{T^2}\,\mathfrak{Ar\,Sin}\left(\frac{T-a}{\sqrt{m}}\right)dT=$$

$$-\frac{\alpha'}{2\alpha\sqrt{\alpha}}\left[\frac{1}{T}\ln\frac{(T-a)+\sqrt{(T-a)^2+m}}{\sqrt{m}}\right]+$$

$$+\frac{1}{\sqrt{a^2+m}}\ln\left[\frac{a^2+m-aT+\sqrt{a^2+m}\,\sqrt{(T-a)^2+m}}{T\sqrt{m}}\right]$$

$$\mathfrak{J}_2=\frac{m'}{2m\sqrt{\alpha}}\int\frac{dT}{T\sqrt{(T-a)^2+m}}=$$

$$-\frac{m'}{2m\sqrt{\alpha}}\ln\left[\frac{a^2+m-aT+\sqrt{a^2+m}\,\sqrt{(T-a)^2+m}}{T\sqrt{m}}\right]$$

$$\mathfrak{J}_3=\frac{\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}\int\frac{dT}{T^2\sqrt{(T-a)^2+m}}=-$$

$$-\frac{\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}\left[\frac{\sqrt{(T-a)^2+m}}{T(a^2+m)}+\right.$$

$$\left.+\frac{a}{\sqrt{(a^2+m)^3}}\ln\left[\frac{a^2+m-aT+\sqrt{a^2+m}\,\sqrt{(T-a)^2+m}}{T\sqrt{m}}\right]\right]$$

$$\mathfrak{J}_4=\left(\frac{\ln\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}\right)\int\frac{dT}{T^2}=-\left(\frac{\ln\sqrt{m}}{\sqrt{\alpha}}\right)\cdot\frac{1}{T}$$

$$\mathfrak{J}_5=\varphi'_0(P)\int\frac{dT}{T^2}=-\varphi'_0\,(P)\cdot\frac{1}{T}.$$

Die Zustandsgleichung nimmt damit nach einigen Zusammenziehungen die endgültige Form an:

$$A\,(v/T)=-\frac{\alpha'}{2\alpha\sqrt{\alpha}}\,\frac{\ln\left[(T-a)+\sqrt{(T-a)^2+m}\right]}{T}$$

$$-\frac{(\alpha\cdot a^2+\alpha\cdot m)'}{2\sqrt{\alpha\cdot a^2+\alpha\cdot m)^3}}\ln\left[\frac{a^2+m-aT+\sqrt{a^2+m}\,\sqrt{(T-a)^2+m}}{T\sqrt{m}}\right]$$

$$-\frac{\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)'\sqrt{m}}{(a^2+m)\sqrt{\alpha}}\cdot\frac{\sqrt{(T-a)^2+m}}{T}$$

$$+\left(\frac{m'}{2m\sqrt{\alpha}}-\varphi'_0\,(P)\right)\cdot\frac{1}{T}+A\cdot\psi\,(P)\qquad(9\,a)$$

Zahlentafel 2.

Werte der Druckfunktionen $F$.

| $p$ | $F_1\cdot10^{-5}$ | $F_2\cdot10^{-7}$ | $F_3\cdot10^{-6}$ | $F_4\cdot10^{-4}$ |
|---|---|---|---|---|
| 10,33 | —0,880 | —0,245 | +0,163 | —0,628 |
| 20,66 | —0,779 | —0,381 | +0,143 | —0,616 |
| 31,00 | —0,743 | —0,406 | +0,348 | —0,890 |
| 41,33 | —0,729 | —0,413 | —0,880 | +0,744 |
| 51,66 | —0,717 | —0,414 | —0,254 | —0,0818 |
| 62,00 | —0,715 | —0,415 | —0,174 | —0,187 |
| 82,66 | —0,709 | —0,412 | —0,126 | —0,248 |
| 103,33 | —0,706 | —0,399 | —0,110 | —0,267 |
| 124,00 | —0,704 | —0,381 | —0,100 | —0,276 |
| 134,33 | —0,703 | —0,361 | —0,081 | —0,279 |

Zahlentafel 3.

Zahlenbeispiele zum Verhalten der Funktion $\psi\,(P)$.

| $p$ kg/cm² | $T$ | Term I $\cdot10^{-6}$ | Term II $\cdot10^{-6}$ | Term III $\cdot10^{-6}$ | Term IV $\cdot16^{-6}$ | $A\cdot\psi\,(P)$ $\cdot10^{-6}$ | $A\cdot\psi\,(P)\cdot10^{-6}$ Im Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31,00 | 133 | +0,139 | —0,088 | —0,016 | —0,669 | +0,773 | +0,769 |
| | 143 | +0,180 | —0,125 | —0,039 | —0,621 | +0,771 | |
| | 169,5 | +0,195 | —0,157 | —0,087 | —0,525 | +0,767 | |
| | 194,5 | +0,187 | —0,173 | —0,121 | —0,457 | +0,769 | |
| | 238 | +0,169 | —0,190 | —0,162 | —0,374 | +0,771 | |
| | 273 | +0,155 | —0,189 | —0,186 | —0,326 | +0,764 | |
| 41,33 | 143 | +0,142 | —0,124 | +0,0493 | +0,521 | —0,492 | —0,496 |
| | 169,5 | +0,182 | —0,172 | +0,181 | +0,441 | —0,495 | |
| | 194,5 | +0,179 | —0,188 | +0,269 | +0,383 | —0,494 | |
| | 238 | +0,163 | —0,198 | +0,381 | +0,313 | —0,501 | |
| | 273 | +0,150 | —0,208 | +0,445 | +0,273 | —0,498 | |
| 62,0 | 143 | +0,082 | +0,0054 | +0,0069 | —0,131 | +0,0790 | +0,0811 |
| | 169,5 | +0,167 | —0,0852 | +0,0273 | —0,111 | +0,0829 | |
| | 194,5 | +0,170 | —0,1072 | +0,046 | —0,096 | +0,0815 | |
| | 238 | +0,157 | —0,1263 | +0,0692 | —0,079 | +0,0828 | |
| | 273 | +0,145 | —0,1314 | +0,0825 | —0,068 | +0,0795 | |
| 134,33 | 169,5 | +0,165 | —0,0063 | +0,0184 | —0,165 | +0,0202 | +0,0211 |
| | 194,5 | +0,164 | —0,0238 | +0,0223 | —0,144 | +0,0212 | |
| | 238 | +0,152 | —0,0404 | +0,0308 | —0,117 | +0,0213 | |
| | 273 | +0,142 | —0,0476 | +0,0368 | —0,103 | +0,0216 | |

Die verhältnismäßig einfache $cp$-Gleichung führt demnach auf eine im Druck recht komplizierte Zustandsgleichung, in der die vorgenannten Druckfunktionen $\alpha$, $a$, $m$ bezw. deren Ableitungen erscheinen. Sie läßt sich nur noch in tabellarischer Form weiterbehandeln. Zu diesem Zwecke haben wir Abkürzungen eingeführt, die aus der nachstehenden Zahlentafel 2 zu entnehmen sind. Es bedeuten folgende Größen reine Druckfunktionen:

$$F_1 = \frac{\alpha'}{2\alpha\sqrt{\alpha}}$$

$$F_2 = \frac{(\alpha \cdot a^2 + \alpha \cdot m)'}{2\sqrt{(\alpha \cdot a^2 + \alpha \cdot m)^3}}$$

$$F_3 = \frac{\left(\frac{a}{\sqrt{m}}\right)' \cdot \sqrt{m}}{(a^2 + m)\sqrt{\alpha}}$$

$$F_4 = \frac{m'}{2m\sqrt{\alpha}} - \varphi_0' \,(P)$$

Die Werte für $\alpha$, $\alpha'$ usw. wurden ebenfalls tabellarisch zusammengestellt. (Zahlentafel 1).

Mit der Zustandsgleichung einerseits und den Volumenmessungen von Witkowski[1]) andererseits wurde jetzt die noch freie Druckfunktion $\psi\,(P)$ ermittelt, die für ein und denselben Druck konstant bleiben muß. Daraus ergibt sich zugleich eine gewisse Kontrolle für die Richtigkeit der bisherigen Rechnungen. Die Art und Weise des Verhaltens von $\psi\,(P)$ mögen die folgenden Zahlen zeigen. (Zahlentafel 3). Die dort angegebenen Terme haben die folgende Bedeutung:

$$\text{Term I} = F_1 \frac{ln\,[(T-a) + \sqrt{(T-a)^2 + m}\,]}{T}$$

$$\text{Term II} = F_2\, ln\left[\frac{a^2 + m - aT + \sqrt{a^2 + m}\,\sqrt{(T-a)^2 + m}}{T\sqrt{m}}\right]$$

$$\text{Term III} = F_3 \frac{\sqrt{(T-a)^2 + m}}{T}$$

$$\text{Term IV} = F_4 \cdot \frac{1}{T}$$

Aus diesen Einzelwerten für $\psi\,(P)$ wurde jedesmal ein Mittelwert gebildet, mit dem die $pv$-Werte der Zahlentafel 5 gerechnet sind. In ganz ähnlicher Weise verhält sich $\psi\,(P)$ bei den anderen Drücken. (Zahlentafel 4).

Zahlentafel 4.

Werte der willkürlichen Funktion $\psi\,(P)$.

| $p$ kg/cm² | $A\,\psi\,(P) \cdot 10^{-6}$ |
|---|---|
| 10,33 | +0,888 |
| 20,66 | +0,615 |
| 31,00 | +0,769 |
| 41,33 | —0,496 |
| 51,66 | +0,0487 |
| 62,00 | +0,0811 |
| 82,66 | +0,0685 |
| 103,33 | +0,0474 |
| 134,33 | +0,0211 |

[1]) a. a. O.

Die von Hausen berechneten $pv$-Werte stützen sich im wesentlichen auf die direkt gemessenen $\alpha_i$-Werte, während unsere Rechnung sich nur auf die $i$-Werte gründet. Die damit erreichte Genauigkeit ist ungefähr dieselbe, wie die von Hausen; die Abweichungen gegenüber den Messungen von Witkowski betragen 1 bis 3%.

Für die vollständige Zustandsgleichung wäre nun noch die Funktion $\psi\,(P)$ analytisch zu erfassen. Wie aus Abb. 5 zu ersehen ist, wird dieselbe beim kritischen Druck unendlich groß. Daneben ist die für ideale Gase geltende Funktion eingetragen.

Durch die Unendlichkeitsstelle beim kritischen Druck wird $\psi\,(P)$ recht kompliziert. Es ist uns nicht gelungen, dafür einen einfachen und genügend genauen Ansatz zu finden. Derselbe müßte die Form

$$\psi\,(P) = A\,R/P + A \cdot f\,(P)$$

besitzen und die betreffende Kurve mit großer Genauigkeit wiedergeben. Da die $v$-Gleichung sowieso tabellarisch gerechnet werden muß, kann die Funktion

Zahlentafel 5.

$P \cdot v$-Werte nach Witkowski, Hausen und Naumann.

| $p$ kg/cm² | $T$ = | 133 | 143 | 169,5 | 194,5 | 238 | 273 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,33 | $W$ | — | — | — | — | — | 7951 |
| | $H$ | 3513 | 3868 | 4745 | 5540 | 6888 | 7950 |
| | $N$ | 3500 | 3880 | 4720 | 5520 | 6900 | 7880 |
| 20,66 | $W$ | 3043 | 3524 | 4552 | 5416 | — | 7908 |
| | $H$ | 3048 | 3480 | 4508 | 5380 | 6808 | 7905 |
| | $N$ | 3000 | 3450 | 4490 | 5400 | 6800 | 7890 |
| 31,00 | $W$ | 2447 | 3146 | 4329 | 5272 | — | 7865 |
| | $H$ | 2450 | 3043 | 4260 | 5217 | 6731 | 7875 |
| | $N$ | 2380 | 3040 | 4380 | 5270 | 6680 | 8000 |
| 41,33 | $W$ | — | 2660 | 4095 | 5133 | — | 7826 |
| | $H$ | — | 2552 | 4006 | 5060 | 6660 | 7840 |
| | $N$ | — | 2560 | 4060 | 5040 | 6850 | 7900 |
| 51,66 | $W$ | — | 2033 | 3866 | 4996 | 6621 | 7794 |
| | $H$ | — | 1945 | 3756 | 4910 | 6598 | 7812 |
| | $N$ | — | 1990 | 3860 | 5000 | 6640 | 7810 |
| 62,00 | $W$ | — | 1608 | 3650 | 4865 | 6567 | 7770 |
| | $H$ | — | 1600 | 3523 | 4762 | 6540 | 7790 |
| | $N$ | — | 1688 | 3570 | 4840 | 6460 | 7900 |
| 82,66 | $W$ | — | 1601 | 3279 | 4632 | 6476 | 7740 |
| | $H$ | — | 1689 | 3180 | 4526 | 6448 | 7760 |
| | $N$ | — | 1625 | 3260 | 4630 | 6500 | 7720 |
| 103,33 | $W$ | — | — | 3102 | 4475 | 6411 | 7737 |
| | $H$ | — | — | 3060 | 4376 | 6373 | 7760 |
| | $N$ | — | — | 3060 | 4420 | 6440 | 7796 |
| 134,33 | $W$ | — | — | 3181 | 4417 | — | 7780 |
| | $H$ | — | — | 3135 | 4315 | 6340 | 7800 |
| | $N$ | — | — | 3260 | 4400 | 6320 | 7700 |

Daneben ist die für ideale Gase geltende Funktion eingetragen.

Durch die Unendlichkeitsstelle beim kritischen Druck wird $\psi\,(P)$ recht kompliziert. Es ist uns nicht gelungen, dafür einen einfachen und genügend genauen Ansatz zu finden. Derselbe müßte die Form

$$\psi\,(P) = A\,R/P + A \cdot f\,(P)$$

besitzen und die betreffende Kurve mit großer Genauigkeit wiedergeben. Da die $v$-Gleichung sowieso tabellarisch gerechnet werden muß, kann die Funktion

$\psi$ ($P$) zweckmäßig aus der Zahlentafel 4 entnommen oder durch Abgreifen aus der Kurve der Abb. 5 gefunden werden.

Wir begnügen uns vorläufig mit der Tatsache, festgestellt zu haben, daß der angegebene empirische Ansatz für die spezifische Wärme auf rein thermodynamischem Wege und durch geschlossene Integrationen sowohl für über- als auch unterkritische Drücke zu richtigen Enthalpiewerten und Volumenwerten als Funktion von Druck und Temperatur führt.

### 6. Schlußbetrachtung.

Die vorstehende Untersuchung zeigt, wie weit es gelingt, mit Hilfe eines empirischen Ansatzes für $c_p$, der auf Grund eines von Hausen angegebenen Diagrammes für Luft in Anlehnung an einen Ansatz von Plank zunächst für überkritische Drücke entwickelt und dann auch auf unterkritische Drücke extrapoliert wurde, andere Zustandsgrößen thermodynamisch zu entwickeln. Es ergab sich dabei, daß die im Abschnitt 3 beschriebenen empirischen Potenzansätze wegen einer zu großen Konstantenzahl für

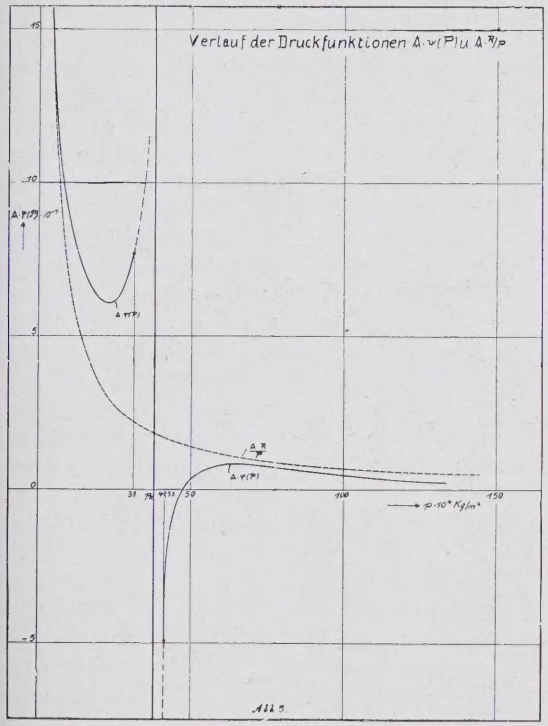



Abb. 5

das von Hausen untersuchte Gebiet ausscheiden. Die Verwendung von geschlossenen Ansätzen scheint uns bei der Darstellung der spez. Wärme $c_p$ aussichtsreich.

In erster Linie sind bei der Abfassung eines Ansatzes für $c_p$ die Möglichkeiten einer geschlossenen Integrierbarkeit zu untersuchen, da eine Reihenentwicklung für die Zustandsgleichung wegen der starken Veränderlichkeit der Zustandsgrößen im kritischen Gebiet zu einer sehr großen Gliederzahl führen würde. (Sehr langsame Konvergenz). Weiter ist anzustreben, daß die entstehenden Funktionen algebraischer Natur sind.

Als weiterer wichtiger Punkt muß die Richtigkeit der aus dem gewählten Ansatz durch Anwendung der thermodynamischen Beziehungen hervorgehenden Gleichungen betrachtet werden. Es müßte also in Zukunft vor allem noch versucht werden, die $c_p$-Gleichung so auszubilden, daß die kritische Enthalpie endlich bleibt. Damit dürfte auch erreicht werden, daß die willkürliche Funktion $\psi$ ($P$) der Zustandsgleichung wesentlich einfacher und für die empirische Erfassung zugänglicher würde.

Nachteilig für die Entwicklung einer Zustandsgleichung aus der spez. Wärme erscheint die reiche empirische Arbeit, die durch die neu hinzutretenden willkürlichen Druckfunktionen $\varphi$ ($P$) und $\psi$ ($P$) entsteht, sowie deren vorerst noch komplizierte Aufbau.

Da jedoch heute für die Berechnung von technischen Zustandsgleichungen Hilfstabellen schon allgemein gebräuchlich sind, so kann man wohl sagen, daß es grundsätzlich durchaus möglich ist, das über- und unterkritische Gebiet durch eine $v$-Gleichung empirisch im Zusammenhang darzustellen. Es ist zu hoffen, daß in einiger Zeit auch noch für andere Stoffe, vor allem Wasserdampf genauere Unterlagen für die spez. Wärme im kritischen und überkritischen Gebiet vorhanden sein werden, die weitere Rechnungen unter Berücksichtigung aller Feinheiten lohnend erscheinen lassen.

### Berichtigung.

Es muß heißen auf S. 81, 2. Spalte, Zeile 12 von oben

$$v = f\,(P,T)$$

auf S. 83, 2. Spalte, Zeile 13 von oben

$$\varphi(P) = 588{,}97 + 0{,}37357\,(P \cdot 10^{-4}) - \frac{6310{,}3}{18{,}165 + (P \cdot 10^{-4})}$$

## Warnungsmittel für Methylchlorid.

In einer früheren Mitteilung[1]) habe ich zu der Frage der Verwendung von Methylchorid in Kältemaschinen Stellung genommen. Verschiedene Unglücksfälle in Amerika waren bekanntlich die Veranlassung, daß die toxischen Eigenschaften des Methylchlorids genau geprüft wurden. Dabei ist zunächst zu betonen, daß die von mir vermuteten Gründe für das Zustandekommen der Unglücksfälle sich voll bestätigt haben: es handelte sich nicht um individuelle Kühlschränke mit geringer Füllung von Methylchlorid, sondern um zentrale Kühlanlagen mit direkter Verdampfung. Die inzwischen durchgeführten physiologischen Untersuchungen haben gezeigt, daß Methylchlorid bedeutend weniger giftig ist als beispielsweise Ammoniak oder schweflige Säure; die größte Gefahr bei Verwendung von Methylchlorid liegt aber darin, daß es keine genügende Warnungs- oder Reizfähigkeit besitzt. Ich habe daher die Forderung aufgestellt, daß dem Methylchlorid bei seiner Verwendung in Haushaltmaschinen irgend ein geeignetes Warnungsmittel zugesetzt wird.

Die Roeßler & Haßlacher Chemical Co in Niagara Falls, N. Y., hat in den letzten Monaten eingehende Untersuchungen auf diesem Gebiet durchgeführt, deren Ergebnis jetzt in einem von dieser Firma herausgegebenen Bulletin[2]) bekannt gegeben

[1]) R. Plank, diese Zeitschrift, **36**, 1929, S. 235.

[2]) Warning agents for Methyl Chloride in refrigerating systems.

werden. Im ganzen wurden 40 Stoffe untersucht, von denen 7 in die engere Wahl gezogen wurden. Es wird dabei zwischen Riechstoffen und Reizstoffen unterschieden und es werden deren Vor- und Nachteile hervorgehoben. Die Reizstoffe sind in der Regel giftig, sie lassen sich aber aus den betroffenen Räumen wieder viel leichter entfernen als penetrante Riechstoffe. Diese haben außerdem den Nachteil, daß man sich bei längerer Einwirkung allmählig an ihren Geruch gewöhnt, und daß sie nach längerer Betriebszeit doch merkliche Korrosionen hervorrufen können, da als Riechstoffe in erster Linie organische Schwefelverbindungen in Frage kommen.

Als bestes Warnungsmittel wird Acrolein ($CH_2$:CHCHO) empfohlen. Es ist ein stark giftiges Reizmittel, doch genügt bereits ein Zusatz von 1 % zum Methylchlorid um bei einem Gehalt von 0,05 bis 0,1 Volumprozent Methylchlorid in Luft genügend starke Reizwirkungen hervorzurufen. Diese bestehen in Tränenreiz und steigern sich mit der Dauer der Einwirkung. Acrolein greift weder Eisen noch Kupfer und seine Legierungen an; in einer 1 %-igen Mischung mit Methylchlorid erwies es sich innerhalb von 6 Monaten absolut beständig. Es löst sich in flüßigem Methylchlorid und in Gemischen von Methylchlorid und Oel. Acrolein hat das Molekulargewicht 56,03, einen normalen Siedepunkt von 52° C, einen Schmelzpunkt von —87° C, und ein spezifisches Gewicht im flüssigen Zustand bei 0° C von 0,862. Die Giftigkeit ist dadurch gekennzeichnet, daß weiße Mäuse in einer Atmosphäre von Luft mit 0,3 bis 0,4 mg Acrolein in 1 Liter nach 10 Minuten zu 60 % starben. Reizwirkungen der Nase, des Halses und der Augen treten bereits bei 0,010 mg/l ein. Die Handelsbezeichnung von Methylchlorid mit 1 % Acrolein ist Arctic »A«.

Als weitere Warnungsmittel werden empfohlen:

Schweflige Säure ($SO_2$), die man sowohl als Riechstoff wie auch als Reizstoff bezeichnen kann. In trockenem Zustand greift es die Metalle nicht an, wirkt aber in Anwesenheit von Feuchtigkeit sehr korrosiv. Es kommt ein Zusatz von 5 bis 10 % $SO_2$ zum Methylchlorid in Frage. Vorteilhaft ist, daß die thermischen Eigenschaften von schwefliger Säure und Methylchlorid nur wenig verschieden sind.

Allyl-Alkohol ($CH_2$ : $CHCH_2OH$), reizt die Nase und die Augen, greift die Metalle nicht an, und ist beständig auch in Gegenwart von Methylchlorid, Mineralölen und Feuchtigkeit. Es kommt ein Zusatz von 2 % Allyl-Alkohol zum Methylchlorid in Frage.

Butyl Mercaptan ($C_4H_9SH$). Ein Riechstoff von äußerst unangenehmem Geruch, nicht giftig. Greift die Metallteile etwas an und hinterläßt leichte Niederschläge; löst sich in Gemischen von Methylchlorid und Oel. Es genügt ein Zusatz von 1 %. Der Geruch ist aus dem betr. Raum sehr schwer zu entfernen.

Aethyl Mercaptan ($C_2H_5SH$) verhält sich ähnlich wie Butyl Mercaptan, ist aber chemisch noch etwas aktiver.

Dimethyl Sulphid [$(CH_3)_2S$] verhält sich wie Aethyl Mercaptan.

Chloropicrin ($CCl_3NO_2$) ist ein Reizstoff, etwas weniger giftig als Acrolein. Es ist im Handel überall zu haben. In Anwesenheit von Feuchtigkeit übt es starke Korrosionen aus. Die Warnungsfähigkeit ist etwas stärker als bei Allyl-Alkohol.

R. Plank, Karlsruhe.

# Bücherbericht

**Index to the Literature of Food Investigation.** Vol. I, Nr. 2. Zusammengestellt von **A. E. Glennie,** London. Department of Scientific and Industrial Research. 154 Seiten. Preis 2 s 2 d. Zu beziehen durch: Adastral House, Kingsway, London, W C 2.

**Der Industrielle Wärmeübergang für Praxis und Studium mit grundlegenden Zahlenbeispielen.** Von Dr.-Ing. **A. Schack.** Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, 1929. 411 Seiten, 41 Abbildungen und 37 Zahlentafeln.

Das vorliegende Werk des auf dem Gebiet der Wärmeübertragung so erfolgreich tätigen Verfassers wendet sich in erster Linie an die in der Praxis stehenden Ingenieure. Die vorhandene einschlägige Literatur, vor allem die Bücher von ten Bosch, Merkel und Gröber, behandeln zwar die Theorie und die vorhandenen experimentellen Ergebnisse in vorbildlicher Weise, jedoch war ihrem Wirkungsgrad in der Praxis unzweifelhaft eine gewisse Grenze dadurch gesetzt, daß die mathematische Formulierung für eine Anwendung in der Technik verhältnismäßig kompliziert war. Der Verfasser unternimmt deshalb unter sorgfältigster Kritik des von ihm eingeschlagenen Weges die Aufstellung von einfachen Gesetzmäßigkeiten, die bei ihrer Anwendung auf ausgeführte Anlagen trotzdem keinen geringeren Genauigkeitsgrad als die differenzierten Formeln der unmittelbaren Forschung besitzen.

Das Buch behandelt zunächst die verschiedenen Arten der Wärmeübertragung durch Leitung, Konvektion und Strahlung, bringt die Berechnung der Wärmeaustauscher, beschäftigt sich mit dem Wärmeübergang in technischen Feuerungen und widmet das letzte Kapitel der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Wärmeübergang und Druckverlust. Zum Schluß wird an einer Reihe von Zahlenbeispielen die Anwendung der Wärmeübertragungslehre gezeigt. Eine Aufstellung der verwendeten Bezeichnungen und Dimensionen, einige wichtige Tabellen der pysikalischen Werte, sowie eine Zusammenstellung des einschlägigen Schrifttums erleichtert das Einarbeiten in dieses Gebiet.

Bei der Betrachtung des »Wärmeübergangs durch Leitung« bringt der Verfasser neben der bisher üblichen auch die neue von M. Jakob vorgeschlagene Schreibweise, die es ermöglicht, durch Einführung eines Formfaktors die Berechnung ebener Wände, Hohlzylinder, Kugeln in eine gemeinsame Formel zusammenzufassen. Bekanntlich ist diese Darstellung in die kürzlich erschienenen »Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzstoffen« des Vereins deutscher Ingenieure aufgenommen, und man kann es nur begrüßen, wenn die Literatur sich dem anschließt. Das schwierige Gebiet der zeitlich veränderlichen Wärmeströmung erfährt durch den Verfasser eine eingehende gründliche Behandlung.

Im zweiten Teil »Wärmeübertragung durch Konvektion« bot sich dem Verfasser besonders Gelegenheit, die bislang recht komplizierten Gesetzmäßigkeiten durch Einführung einfacher Gleichungen zu ersetzen. Die beigegebenen Diagramme und Zahlentafeln dienen sehr zur Veranschaulichung der ausgeführten Erörterungen. In einem gewissen Gegensatz zu der in den letzten Jahren in ihren praktischen Ergebnissen überschätzten Aehnlichkeitstheorie beschränkt der Verfasser ihren Wert auf die Orientierung der wissenschaftlichen Forschung und läßt Extrapolationen von Versuchsunterlagen an ihrer Hand nur insoweit zu, als die tatsächlichen Verhältnisse durch Messungen, die auch technische Größenordnungen berücksichtigen, noch nicht geklärt sind.

Das Gebiet des dritten Abschnittes »Wärmeübertragung durch Strahlung« unterrichtet nicht nur über die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, sondern auch über die neuesten bisher nur in Sonderabhandlungen gebrachten Ergebnisse über Strahlung durchlässiger Körper und leuchtender Flammen.

Die Berechnung der Wärmeaustauscher gliedert sich in solche ohne und mit Speicherung der Wärme. Zu den ersten gehören Kondensatoren, Dampfkessel, Lufterhitzer, zur zweiten Art die sogenannten Regeneratoren, wie sie von Siemens-Martin-Oefen, Winderhitzern etc. bekannt sind.

In den letzten Abschnitten »Wärmeübergang in technischen Feuerungen« und »Wärmeübertragung und Druckverlust« werden die zum großen Teil im vorigen Abschnitt bei der Berechnung der Wärmeaustauscher gewonnenen Formeln nach entsprechenden Vereinfachungen für die praktischen Verhältnisse den hier in Frage kommenden Berechnungen zugrunde gelegt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es dem Verfasser dank seiner die Theorie und Praxis verbindenden Berufstätigkeit gelungen ist, das sich im Vorwort gesteckte Ziel in einem Maße zu erreichen, das man in dieser glücklichen Form nicht allzuoft findet. Dürhammer.

**Taschenbuch für Kälte-Techniker. W. Pohlmann.** (Begründet von Georg Göttsche †). Neunte vollständig neubearbeitete Auflage, 362 Seiten, 128 Abb. Hamburg, Hanseatische Verlagsanstalt Preis geb. 8 RM.

Von dem allen Kältetechnikern wohlbekannten Taschenbuch ist nunmehr die neunte Auflage erschienen. Es ist in vieler Beziehung ergänzt und auf den heutigen Stand der Technik gebracht werden. Wir finden unter der Fülle nützlicher Angaben solche über die in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen Kältemittel, über die neuen Verflüssiger- und Verdampferbauarten, Leistungsmesser, Isolierungen usw.

Die neue Auflage wird ebenso wie die früheren dem in derPraxis stehenden Ingenieur ein zuverlässiger und unentbehrlicher Gehilfe sein. Krause.

# Kleine Mitteilungen.

**Mitgliederversammlung des Forschungsheims für Wärmeschutz 1930.** Das Forschungsheim hielt am 29. und 30. April 1930 in Hannover seine 11. ordentliche Mitgliederversammlung ab. Aus dem vom wissenschaftlichen Leiter Dr. Ing. Raisch erstatteten Tätigkeitsbericht war zu entnehmen, daß die Entwicklung des Forschungsheims dauernd günstig fortschreitet. Es mehren sich dauernd die vom Ausland eingehenden Aufträge, ein Zeichen für den Wert, den man auch dort der objektiven, auf verständnisvoller Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis gegründeten Tätigkeit des Forschungsheims beimißt.

Dem geschäftlichen Teil folgten wissenschaftliche Vorträge. Professor Dr. Knoblauch, München, sprach: »Ueber die Feuchtigkeit von Mauern« und zeigte die interessanten Vorgänge bei der Wasseraufnahme von Wänden, besonders durch aufsteigende Bodenfeuchtigkeit, und die Wirkung und den Wert der zur Trockenlegung angewandten ventilierenden Luftschichten. Dr. Ing. Raisch behandelte die Wärmeleitzahlen von Baustoffen, insbesondere diejenigen verschiedener Betonarten und zeigte, wie bei derartigen, nicht völlig trockenen Stoffen durch unsachgemäße Anwendung der Prüfverfahren irreführende Ergebnisse entstehen. Auf Grund richtiger Bewertung der jeweiligen Versuchsunterlagen war es möglich, Mittelwerte der Wärmeleitzahlen für Beton in Abhängigkeit vom Raumgewicht für den völlig trockenen, lufttrockenen und feuchten Zustand anzugeben.

Der Inhalt beider Vorträge wird als ausführliche Abhandlung in den Fachzeitschriften erscheinen.

# Persönliches.

Die Firma **A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel** schreibt uns: Nach 30jähriger Tätigkeit legt Herr Baurat Dr.-Ing. e. h. F. Neuhaus am 31. Mai 1930 seinen Posten als Generaldirektor und Geschäftsführer unserer Firma nieder. Um uns aber seine reichen Erfahrungen und Kenntnisse zu erhalten und nutzbar zu machen, tritt Herr Baurat Dr.-Ing. e. h. Neuhaus mit dem gleichen Tage in den Verwaltungsrat unserer Firma und wird in dieser Eigenschaft auch weiterhin für unsere Firma wirken und arbeiten. Sein Büro befindet sich, wie bisher, im Verwaltungsgebäude unseres Werkes in Tegel.

# Patentbericht.

**Anmeldungen.**

17a, 4. M 109247. Metzenauer & Jung, Elberfeld, Kurze Str. 1. Sicherung für ein elektrisch angetriebenes Aggregat, insbesondere für eine Kältemaschine. 13. 3 29.

17a, 8. S. 81296. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Absorptionskältemaschine. 22. 8. 27.

17a, 8. S. 88645. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Verfahren zur Druckverminderung in hermetisch geschlossenen Gefäßen. 30. 11. 28.

17a, 18. S. 87341. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Kühlschrank mit einer Kältemaschine. 6. 9. 28.

17g, 2. F. 68204. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmerstr. 234. Umschaltverfahren für

Gasgemisch-Zerlegungsanlage mit Kältespeicher-Umschalt-Wechselbetrieb; Zus. z. Pat. 490878. 19. 4. 29.

17a, 1. A. 53195. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kompressionskältemaschine, insbes. für Haushaltskühlschränke. 4. 2. 28. V. St. Amerika 5. 2. 27.

17a, 4. S. 83201. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Schwimmerventil. 19. 12. 27.

17a, 4. W. 80068. Wilhelm Weckerle, Zuffenhausen, Wttbg. Regel- und Kontrolleinrichtung für Kältemaschinen; Zus. z. Pat. 472400. 4 8. 28.

17a, 12. Sch. 88554. Schwarzwaldwerke Lanz G. m. b. H, Mannheim. Heiz- und Kühlvorrichtung für Absorptionsmaschinen; Zus. z. Pat. 436988. 30. 11. 28.

17a, 3. C. 41171. Dr. Hans Cassel, Berlin-Charlottenburg, Lietzenburger Str. 17. Membranpumpe mit Flüssigkeitsfüllung, inbesondere für Kältemaschinen. 6. 3. 28.

17b, 2. C. 42944. Chaudronnerie et Tôlerie de l'Est „Chautodest" S. à. r. l., Straßburg-Schiltigheim; Vertr.: W. Schwaebsch, Pat.-Anw. Stuttgart. Vereinigung zweier Teile von Blechgegenständen und insbesondere des Bodens und des Zellenkörpers von Eiszellen. 15. 4. 29.

17b, 6. U. 10398. Ernst Max Uhlig, Rathenow, Gr. Hagenstr. 8a. Eismaschine mit stetig umlaufendem Hohlkörper. 20. 9. 28.

17g, 1. F. 65592. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Str. 234. Gasverflüssigungsverfahren; Zus. z. Anm. F. 62879. 10. 3. 28.

17g, 5. G. 72741. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestraße 39. Verfahren zur Beschleunigung des Umfüllens verflüssigter Gase. 2. 3. 28.

17g, 5. St. 42038. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestraße 39. Verfahren zur Wiederverflüssigung der beim Abzapfen und Umfüllen verpflüssigter Gase entstehenden unvermeidlichen Verdampfungsprodukte. 29. 12. 26.

17a, 4. B. 130989. Eugene Lyone Barnes, Buffala, V. St. A.; Vertr.: Diplom-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kompressionskältemaschine. 22. 4. 27.

17a, 15. H. 124742. Willy Hirche, Leopoldshain, i. Schlesien b. Görlitz. Wellenabdichtung für Kälteverdichter. 24. 12. 29.

17a, 1. C. 40477. Comstock & Westcot Ins., Boston, V. St. A.; Vertr.: F. Meffert und Dr. L. Sell, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Kühlvorrichtung. 28. 9. 27.

17a, 13. K. 114794. Oskar Kohorn & Co., Chemnitz, Kauffahrtei 31. Verdampfer für Kühlanlagen. 17. 5. 29. Oesterreich 6. 3. 29.

17a, 13. S. 8245. Dr. Leo Szilard, Berlin-Wilmersdorf, Prinzregentenstrasse 95. Kältemaschine. 31. 10. 27.

17a, 15. W. 78882. Waggon- und Maschinenbau Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Schleifringabdichtung für Kälteverdichterwellen. 21. 3. 28.

17a, 16. S. 94320. Gebrüder Sulzer Akt.-Ges., Winterthur, Schweiz; Vertr.: M. Wagner und Dr. Ing. G. Breitung, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Einrichtung zum Rückführen von Oel aus dem Verdampfer in den Kompressor von Kältemaschinen; Zus. z. Anm. S. 88102. 11. 10. 29.

17b, 2. G. 73804. Karl Glässel, Cannstatt, Schillerstraße 8. Verfahren zum raschen und gleichmäßigen Abtauen von Eiszellen. 10. 7. 28.

17g, 5. H. 121067. Dr.-Ing. e. h. C. W. Paul Heylandt, Berlin-Britz, Gradestraße 91-107. Verfahren zum Wiedervergasen verflüssigter Gase; Zus. z. Pat. 501064. 5. 4. 29.

17a, 4. G. 76839. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Wiesbaden. Hildegartstr. 4—10. Schwimmerregler für Kältemaschinen. 2. 7. 29.

17a 4. P. 57570. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Thermostatvorrichtung für Kühlschränke o. dgl. 18. 4. 28.

17a 4. W. 76664. Robert Wahl, Balingen Württ. Einrichtung zur Betriebssicherung von Kompressionskältemaschinen; Zus. z. Anm. W. 75414. 26. 7. 27.

17a, 16. C. 43141. Philipp Conrady, Oberursel, Portstr. 24. Verfahren zum Entölen des verdichteten Kältemittels. 25. 5. 29.

17c, 3. D. 54369. Wilhelm Dahl, Falkenhain, Post Finkenkrug b. Berlin, Hohenzollernallee 59. Ein- oder mehrzelliger Hohlkörper für Kaminkühler Rieseleinbauten. 21. 11. 27.

17g, 4. J. 31723. J. G. Farbenindustrie Akt.-Ges., Frankfurt a. M. Behälter für kalte Flüssigkeiten. 19. 7. 27.

**Anmeldung zurückgenommen.**

17a 10. P. 53454. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 6. 2. 30.

**Erteilungen.**

17b, 2. 497247. Fabrik für Brauerei- und Kältemaschinen-Bedarf Anton Hurtz, Breyell bei Düsseldorf. Eiszelle 10. 7. 28. B. 135338.

17a, 4. 499594. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Selbsttätige Schaltvorrichtung für bedienungslos arbeitende Kälteerzeugungsanlagen; Zus. z. Pat. 489653. 10. 5. 27. A. 50860.

17a, 8. 489830. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zu Kälteerzeugung. 26. 10. 26. S. 76685.

17a, 15. 499984. Waggon- und Maschinenbau-Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Abdichtung für rotierende Antriebswellen an Kälteverdichtern. 13. 12. 27. H. 114306.

17a, 2. 500224. Dipl.-Ing. Erik Wilhelm Robert Klenow, Frederiksberg bei Kopenhagen; Vertr.: Dipl.-Ing. Cl. Wagener, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Anordnung an eingekapselten Maschinen, insbes. Kältemaschinen. 23. 11. 26. K. 101661. Dänemark 23. 11. 25.

17a, 8. 500275. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Kühlung luftgekühlter Absorptionskälteapparate. 29. 8. 24. P. 48685. Schweden 22. 9. 23.

17a, 8. 500301. Siemens-Schuckertwerke Akt-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine. 17.6.28. S. 86120.

17a, 13. 500225. Gabriel Zwicky, Winterthur, Schweiz; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Taschenverdampfer mit Ueberflutungsbetrieb für Kleinkältemaschinen. 14. 12. 26. Z. 16486.

17a, 8. 501000. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. F. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Ausschließlich durch Wärme betriebener, kontinuierlich arbeitender Kälteapparat. 6. 1. 27. P. 54328. Schweden 1. 5. 26.

17a, 8. 509818. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 10. 10. 28. P. 58731. Schweden 11. 10. und 25. 11. 27.

17a, 9. 500819. Reinhard Wussow, Berlin-Charlottenburg 4, Pestalozzistr. 25, und Wilhelm Röper, Berlin NW 6, Marienstraße 9. Einrichtung für periodisch arbeitende Absorptions-Kälteapparate zur selbsttätigen Rückführung der im Verdampfer sich ansammelnden Lösungsmittelkondensate; Zus. z. Pat. 493694. 27. 3. 28. W. 78881.

17a, 10. 501001. Dr.-Ing. Chr. Pöhlmann, Augsburg, Flurstr. 35. Selbsttätig wirkende Absorptionskühlanlage. 24. 6. 27. P. 55527. Leipziger Messe 6. 3. 27.

17a, 10. 500606. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Relaiselement für elektrisch betriebene Kühlapparate. 15. 11. 27. P. 56506. Schweden 29. 9. 27.

17a, 13. 500607. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen bei Köln. Anordnung von Sammelbehältern bei Kältemittelverflüssigern mit geringem Raum. 9. 1. 29. S. 89240.

17a, 16. 501002. Frédéric Augustin Polard, Vincennes; Vertreter: Chr. Geiß, Pat.-Anwälte Frankfurt a. M. Kompressions-Kältemaschine. 15. 7. 27. P. 55628. Frankreich 26. 7. 26.

17b, 2. 500820. A. Freundlich, Maschinenfabrik, Düsseldorf. Eiszelle mit allseitig umgebördeltem, oberem Rand. 16. 12. 28. F. 67433.

17a, 13. 501093. Jwan Kuprianoff, Karlsruhe i. B., Stefanienstrraße 7. Verfahren zur Erhöhung des Flüssigkeitsumlaufs in Verdampfern von Kältemaschinen. 23. 5. 29. K. 114857.

17a, 14. 501094. Gebrüder Bayer, Augsburg, Aeußere Uferstr. 65. Kombiniertes Druck- und Sicherheitsventil. 12. 5. 29. B. 143585.

17d, 5. 501308. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Selbsttätige Umschaltvorrichtung für Kühlwasserpumpensätze. 14. 4. 25. S. 91053.

17g, 5. 501064. Dr.-Ing. e. h. C. W. Paul Heylandt, Berlin-Lankwitz, Waldmannstr. 3. Verfahren zum Wiedervergasen verflüssigter Gase in Druckgefäßen mit dünnwandigem, die Flüssigkeit aufnehmenden Einsatz. 30. 3. 27. St. 42463.

17a, 6. 501730. Edos Akt.-Ges. für Patent- und Grundbesitzverwertung, Berlin-Schöneberg. Kältemaschine. 19. 5. 28. E. 37422.

17a, 10. 501731. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm: Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat-Anwälte, Berlin SW 11. Regelvorrichtung für Kühlschränke. 2. 8. 28. P. 58298. Schweden, 20. 7. 28.

17a, 16. 501860. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz, Sa. Kompressions-Kältemaschine. 6. 10. 28. S. 87716.

17a, 13. 502337. Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie, Zürich; Vertr.: Max Metzentin, Lindau, Bodensee. Kälteanlage. 12.12.29. A. 59925.

17b, 2. 501956. A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Kippbarer Füllbehälter. 11.7.29. B. 144571.

17b, 2. 502440. Lloyd G. Copeman, Flint, Mich., V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. A. Spreer, Pat.-Anw., Leipzig. Eiszelle. 28. 4. 29. E. 42998. V. St. Amerika 3. 5. 28.

17a, 2. 502534. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Rotierende Kompressionskältemaschine. 14. 6. 27. A. 51185.

17a, 16. 502914. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Kreiselverdichter. 19. 3. 29. A. 57138.

17a, 18. 502915. Chicago Pneumatic Tool Company, New York; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf. Kühlschrank mit eingebauter Kältemaschine. 30.3.28. C. 41283. V. St. Amerika 15.4.27.

**Löschungen.**

17a 466626, 374852, 436299, 396327
d 447916
e 342973, 405927, 465752, 352510, 381445, 342738
g 480815, 468813

## Gebrauchsmuster.

**Eintragungen.**

17a. 1121695. Max Sadowsky, Berlin S 42, Wassertorstr. 59. Ammoniak-Absorptionskühl- und Eisaggregat. 12. 3. 30. S. 1156.30.

17a. 1122076. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Kleinkältemaschine, insbesondere für Haushaltszwecke. 11. 5. 29. S. 73953.

17c. 1121745. Ernst Fischer, Scharfenstein i. S. Kühlapparat für Milch und andere Flüssigkeiten. 28. 4. 30. F. 935.30

17b. 1122579. Rudolf Wolff, Hamburg-Fuhlsbüttel, Lilienthalplatz 1. Kühl- und Eiserzeugungsapparat. 5. 5. 30. W. 1422.30.

17c. 1122555. Gechter & Kühne, A.-G., Heidenau, Bez. Dresden. Sahnekühler für Kühlung mittels Trockeneis. 30. 4. 30. G. 1124.30.

17a. 1123001. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kompressionskältemaschine, insbes. für Haushaltkühlschränke. 4. 10. 29. A. 51741. V. St. Amerika 4. 10. 28.

17a. 1123341. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Wiesbaden, Hildastraße 8. Wärmeaustauschelement für Verflüssiger und Verdampfer von Kältemaschinen. 2. 1. 26. G. 60601.

17a. 1123434. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Kompressionskältemaschine mit Strahlpumpe als Kompressor. 17. 12. 27. S. 67691.

17a. 1124340. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Verbundkompressor. 13. 11. 28. S. 71548.

17b. 1123576. Gerhard Herbst, Halle a. d. Saale, Lafontainestraße 33. Kühlschrank mit Speiseeiserzeuger und Konservator. 8. 4. 30. H. 1751.40.

17c. 1123984. Ernst Fischer, Scharfenstein i. S. Kühlschrank für Milch und andere Flüssigkeiten. 28. 4. 30. F. 934.30.

17a. 1124745. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Wiesbaden, Hildastraße 4—10. Sicherheitsvorrichtung, insbes. für Kältemaschinen. 9. 5. 30. G. 1194.30.

17a. 1124853. Dr. Otto Liesegang, Berlin W 35, Am Karlsbad 21. Kühlschrank mit Kälteerzeuger. 24. 3. 30. L. 832.30.

17a. 1124934. Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal, Kältemaschine mit rotierendem Kompressor. 23. 6. 28. A. 48187. Schweiz 14. 6. 28.

17a. 1125268. Heinrich Kniese, Cuxhaven. Tiefkühlapparat. 15. 4. 30. K. 189é.30.

17c. 1124459. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 15, Pariser Str. 32. Eisschrank.

17e. 1125689. Bergedorfer Eisenwerk Akt.-Ges. Astra-Werke, Bergedorf. Kammer für Berieselungskühler. 9. 5. 30. B. 2711.30.

17a. 1127078. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kältemaschine mit Kondensator. 16. 4. 30. A. 1071.30. V. St. Amerika 16. 4. 29.

17c. 1126495. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 15, Pariser Straße 32. Kühlwagen, insbesondere als Milchtankwagen. 16. 5. 29. Sch. 101035.

17a. 1128155. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Kompressionskältemaschine. 5. 10. 28. S. 71022.

17c. 1127322. Stierlen-Werke Akt.-Ges., Rastatt i. B. Solekühleranordnung in Kälteanlagen. 26. 11. 28. St. 36761.

17c. 1127416. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Haushaltkühlschrank. 7. 9. 29. S. 75598.

17c. 1127480. Eugen Ruben, Düsseldorf, Lindemannstr. 110. Trockeneistransport- und Kühlgerät mit und ohne Wassereiserzeugungsvorrichtung. 5. 6. 30. R. 1710.30.

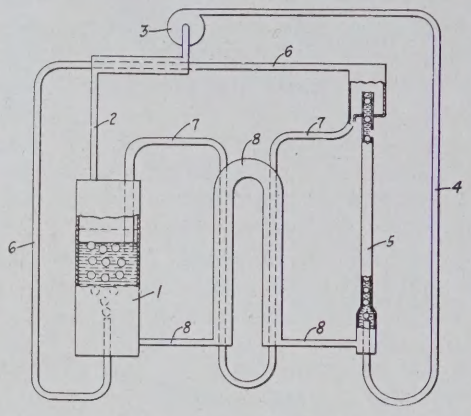
**Verlängerung der Schutzfrist.**

17a 995321, 1074518, 1123431, 1000962, 1059542, 1061723, 1000349, 1036705, 1049002 1059222, 1059223, 1059224, 1059306
b 1018006, 1000040
c 986943, 989917, 995723
f 982658, 989904, 983180

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 7. 485656. Verfahren zur Kälteerzeugung durch Kompression und Absorption. Chicago Pneumatic Tool Company in Chicago. Patentiert in Deutschen Reiche vom 19. August 1926 ab.

Ein Gefäß 1 nebst einer Verbindungsleitung, die eine Wärmeaustauschvorrichtung 8 enthält, sowie eine Säule 5, in der die Flüssigkeit von der Luft gehoben wird, werden bis zu der gestrichelten Linie mit Ammoniaklösung gefüllt. Hierauf wird ein Zentrifugalkompressor 3 in Gang gesetzt, der aus seiner Ausstoßöffnung die Luft durch ein Rohr 4 in die Säule 5 drückt, wo sie gesättigten Dampf aufnimmt. Dieses Gemisch strömt durch ein Rohr 6 und expandiert plötzlich in die Flüssigkeitssäule im




Gefäß 1, wobei der Dampf überhitzt und die in dem Rohr befindliche Flüssigkeit vor ihm hergedrückt wird. Das nunmehr überhitzte Dampf-Luftgemisch verteilt sich fein in der Flüssigkeit, wobei die die Flüssigkeit in die Blasen hinein verdampft. Hierdurch wird die Temperatur der Flüssigkeit erniedrigt. Sobald die Blasen an der Oberfläche platzen, wird das Ammoniak durch die Wärmeaustauschvorrichtung in den Ventilator 3 geführt.

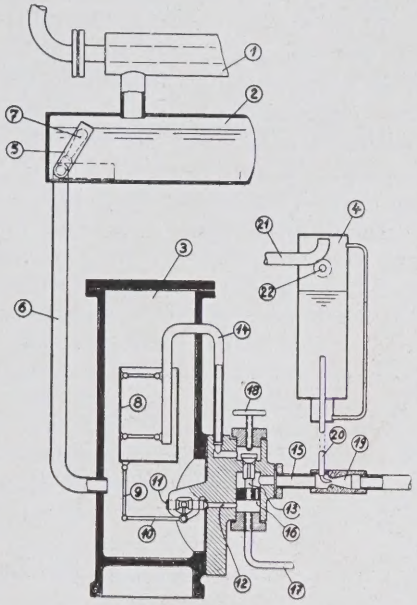
Wenn der Lösung im Gefäß 1 Ammoniak entzogen wird, kühlt sie sich ab und wird zugleich schwächer und dadurch schwerer. Sie wird durch ein Rohr 8, das zusammen mit dem Rohr 7 einen Doppelrohrwärmeaustauscher bildet, in die Säule 5 geleitet. In dieser wird die Flüssigkeit durch das aus dem Ventilator 3 kommende Gemisch aus Luft und dampfförmigem Ammoniak bis zu der Oeffnung am oberen Ende der Säule 5 gehoben. Gleichzeitig wird dadurch, daß die schwache Lösung in Berührung mit dem Ammoniakdampf kommt, Dampf gelöst. Die Flüssigkeit in der Säule 5 wallt nicht über, sondern wird in Berührung mit den Wänden des Gefäßes sanft nach oben getrieben, wobei jedes ihrer Teilchen infolge einer Umlaufbewegung mit Gas in Berührung kommt. Die Lösungswärme wird den Wänden des Gefäßes 5 mitgeteilt und kann hier abgeführt werden. Am oberen Ende des Gefäßes 5 fließt die nunmehr starke Ammoniaklösung durch den Wärmeaustauscher 7, 8 zurück zu dem Gefäß 1.

17a, 4. 485761. Regel- und Kontrolleinrichtung für den Kreislauf des Kältemittels bei Kältemaschinen. Wilhelm Weckerle in Zuffenhausen. Patentiert im Deutschen Reiche vom 19. September 1926 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 26. November 1925. Zusatz zum Patent 472400.

Vorstehendes Patent eignet sich besonders für hohen Druck und hohe Leistung.

Das aus dem Kondensator anfallende Kältemittel sammelt sich in dem unteren Sammelrohr 2 des Kondensators und fließt durch das schwenkbare Abflußrohr 5 und Rohr 6 in den Regler 3. Das Schwenkrohr 5 ist mittels des Griffes 7 drehbar, so daß man in der Lage ist, in dem Rohr 2 mehr

oder weniger Flüssigkeit anzusammeln bzw. aus dem Kreislauf auszuschalten oder umgekehrt. In dem Regler 3 befindet sich der offene Schwimmer 8, welcher im vollen Zustande durch sein Eigengewicht sinkt und dabei durch das Gestänge 9 und Winkelhebel 10 das Ventil 11 öffnet. Durch den Hilfsauslaß 12 tritt nun die unter Kondensatordruck stehende Flüssigkeit unter das Kolbenventil 13, erzeugt dort einen Ueberdruck, so daß sich das



Ventil 13 hebt und durch das Rohr 14 den Schwimmerinhalt das Rohr 15 nach dem Verdampfer abführt. Nach erfolgter Entleerung des Schwimmers 8 steigt dieser in die Höhe und schließt das Ventil 11 wieder. Der Kolben des Kolbenventils 13 hat eine kleine Bohrung 16, durch welche der unter dem Kolben herrschende Kondensatordruck nach der Verdampferseite entweichen kann. Die Folge davon ist, daß das Kolbenventil 13 durch den Ueberdruck aus dem Rohr 14 sich wieder schließt. Unter dem Kolben des Kolbenventils 13 herrscht also Verdampferdruck und nach erfolgter Oeffnung des Ventils 11 Kondensatordruck, da die Bohrung 16 sehr klein gehalten wird im Verhältnis zum Hilfsauslaß 12.

Das Rohr 17 führt zu einem Manometer. 18 ist eine Spindel, mittels welcher die Abflußgeschwindigkeit nach dem Verdampfer geregelt wird. Der Apparat arbeitet also absatzweise. Diese periodische Arbeit ist nun für die Rückförderung der sekundären Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsabscheider 4 in den Verdampfer durch einen Stahlapparat 19 nutzbar gemacht. 21 ist das Saugrohr, welches zum Kompressor führt, während das Rohr 22 die Mündung des Verdampfer darstellt.

Wird die Einrichtung ohne Flüssigkeitsabscheider 4 und Stahlförderer 19 benutzt, so ist es wichtig, die im Kreislauf befindliche Menge des Kältemittels bequem so regeln zu können, daß die Verdampfer die besten Leistungen ergeben und der Kompressor nur trockengesättigte Dämpfe erhält.

Zu diesem Zweck ist das Sammelrohr 2 mit dem drehbaren Abflußrohr 5 versehen, das es gestattet, Flüssigkeit aus dem Kreislauf auszuschalten oder die Kreislaufmenge zu vermehren, und zwar nur dadurch, daß man mit dem Griff 7, der sich außerhalb des Sammelrohres 2 befindet und in bekannter Weise mit dem Schwenkrohr 5 verbunden ist, letzteres nach oben oder unten stellt.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Ob.-Reg.-Rat, Physiktechn. Reichsanstalt Berlin

Schriftführer:
**A. Kaufmann,** Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. e. h. **R. Pabst,** Köln
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

## Niederschrift über die ordentliche Hauptversammlung Stuttgart 4.—7. Juni 1930.

Die Versammlung fand am 6. Juni in der Aula der Technischen Hochschule statt, nachdem am 5. Juni die Sitzungen der Arbeitsabteilungen im Ingenieur-Laboratorium erfolgt waren. Der Nachmittag des 4. Juni brachte Besichtigungen, während die Abende der Geselligkeit gehörten und der 7. Juni einem ganztägigen Ausflug gewidmet war.

### I. Teil der Hauptversammlung.

Herr Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. H. Lorenz-Danzig eröffnet die Sitzung mit Worten der Begrüßung an die zahlreich erschienenen Gäste und Mitglieder und an die Presse. Er dankt Rektor und Senat für die Ueberlassung der Verhandlungsräume und spricht den Dank des Vereins aus gegenüber dem Ortsausschuß, an dessen Spitze den Herren Prof. Rob. Stückle, Stuttgart, Oberingenieur Chr. Fischer und Oberingenieur Glässel für die sorgfältige Ausführung der zum Gelingen des Ganzen so wichtigen Vorbereitungsarbeiten.

Als Vertreter des Wirtschaftsministeriums und des Landgewerbeamtes überbringt Herr Baurat Schumacher dem Verein beste Grüße und Wünsche. Herr Bürgermeister Dr. Dollinger gibt seiner Freude Ausdruck über die Wahl Stuttgart's als Tagungsort, worauf Se. Magnifizenz, der Rektor der Technischen Hochschule, Herr Prof. Rothmund, den Verein in besonders herzlichen Worten willkommen heißt. Mit weiteren freundlichen Ansprachen des Herrn Karl Dörtenbach als Vertreter der Handelskammer Stuttgart, sowie eines Vertreters der technischen Vereine, insbesondere der Elektrotechniker, schließt die Liste der Begrüßungsredner. Der Vorsitzende spricht allen Herren den Dank des Vereins aus und erteilt das Wort Herrn Prof. Dr.-Ing. W. Koeniger von der Technischen Hochschule Charlottenburg, der

die Verleihung der Würde eines Dr.-Ing. e. h. an unser Vorstandsmitglied, Herrn Direktor R. Pabst, bekanntgibt. Es folgt Herr Prof. Dr.-Ing. R. Plank von der Technischen Hochschule Karlsruhe, um seiner Freude über die Herrn Ing. E. Altenkirch zu Teil gewordene gleiche Ehrung Ausdruck zu geben. Beide Mitteilungen werden von der Versammlung mit Beifall begrüßt.

Das Wort erhält Herr Ministerialrat Dr. von Ostertag, Stuttgart, zu seinem Vortrag über »Milchkühlung.« Die Versammlung folgt den interessanten Ausführungen des Redners mit größtem Interesse und dankt durch lebhaften Applaus, dem der Vorsitzende noch besonderen Ausdruck gibt.

Nächster Redner ist Herr Obering. K. Glässel, Cannstatt. »Der Grad der Füllung und sein Einfluß auf die Leistung von Ammoniak-Kompressions-Maschinen«. Der Redner behandelt das ganze Gebiet der Füllungsgröße und zeigt an Hand von praktischen Meßversuchen die Abhängigkeit der Leistung von dem Grad der Füllung bei gleichbleibender Verflüssigungstemperatur. Auch dieses durch Tabellen und bildliche Darstellungen erläuterte Thema wird von der Versammlung mit Beifall aufgenommen.

Die Vorträge sollen in der Vereinszeitschrift veröffentlicht werden.

Nach der Mittagspause folgt

II. Teil der Hauptversammlung.

Geschäftliches.

Punkt 1a). Jahresbericht des Schriftführers, Herrn Obering. A. Kaufmann, Berlin:

Während für das Rechnungswesen satzungsgemäß das Kalenderjahr maßgebend ist, umfaßt der nachfolgende Bericht über die innere und äußere Entwickelung des Vereins nach altem Brauch die Zeitspanne von unserer letzten Hauptversammlung (Dresden) bis heute.

Dem Zugang von 21 neuen Mitgliedern steht ein etwas größerer Abgang durch Tod, freiwilligen Austritt, Streichung wegen Uneinbringlichkeit der Beiträge, und durch Rationalisierung gegenüber, wonach der heutige Mitgliederbestand 401 beträgt, gegen 403 im Vorjahr. Durch Ableben haben wir verloren 7 Mitglieder, es sind dies die Herren Direktor Brinkhoff-Herne, Gen.-Direktor Klint-Hamburg, Prof. Dr. Merkel-Dresden, Ob.-Ing. Malchow-Berlin, Dipl.-Ing. Schindler-Tegel, Direktor Dr. Ing. e. h. Schipper-Wiesbaden, Direktor Zimmer-Hamburg.

Die Verteilung der Mitglieder auf die Bezirksvereine ergibt folgendes Bild:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Berliner Bezirks-Verein | 108 Mitgld. | = rd. 27 % | |
| Hamburger „ | 69 „ | = „ 17 % | |
| Rheinischer „ | 50 „ | = „ 13 % | |
| | 227 Mitgld. | = rd. 57 % | |
| mithin keinem Bez.-Verein angehörend | 174 „ | = „ 43 % | |
| | 401 Mitgld. | = rd. 100 % | |

Ordnet man nach der Art der Mitglieder, so finden sich:

| | | |
|---|---|---|
| Ehrenmitglied | 1 | |
| Außerordentl. Mitglied | 1 | |
| Ordentl. Einzelmitglieder | 270 | = rd. 67 % |
| Firmen und Behörden | 91 | = rd. 23 % |
| Besuchende Mitglieder | 38 | = rd. 10 % |
| | 401 | = 100 % |

Der Vorstand darf die schönen Schiller'schen Worte für sich in Anspruch nehmen »Mit gleicher Liebe lieb' ich meine Kinder«, und wenn hinsichtlich der Beitragshöhe auch gewisse Unterschiede bestehen müssen, so darf er im Interesse des Ganzen doch auch hier wieder an die älteren besuchenden Mitglieder die höfliche Frage richten, ob einzelne Herren das kritische Alter von 30 Jahren tatsächlich immer noch nicht erreicht haben.

Unsere 3 Bez.-Vereine haben mit Erfolg danach gestrebt, ihren satzungsmäßigen Aufgaben nachzukommen, und es wäre sehr zu begrüßen, wenn anläßlich der heutigen Hauptversammlung die günstigen Aussichten für die Bildung eines neuen Bezirks-Vereins sich zur Tat verdichten würden.

Ueber unser Vereinsorgan, die im Jahr 1894 durch den Herrn Vorsitzenden begründete »Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie«, ist nur günstiges zu berichten. Das Blatt erfreut sich in den in- und ausländischen Fachkreisen der wohlverdienten Wertschätzung, wofür sowohl dem Herausgeber als auch dem Verlag unser Dank gebührt, wenn auch die Rationalisierungsversuche durch Zusammenlegen von 2 oder 3 Zeitschriften das erstrebte Ziel noch nicht erreicht haben und wenn auch die Bemühungen nach Vergrößerung der Zeitschrift aus finanziellen Gründen bisher scheitern mußten. Ueber das Weitererscheinen der »Beihefte« wird noch des näheren verhandelt werden.

Der Verkauf der 2. Auflage der Leistungsregeln hat sich normal gestaltet.

Betreffs des Fortgangs der Normungsarbeiten verweisen wir auf die gestrigen Ausführungen in der Arb.-Abteilung II.

Die internationalen Beziehungen verlaufen normal und werden unter Punkt 8) besprochen werden. Die vor längerer Zeit in Aussicht gestellten Rückzahlungen des Internat. Kälte-Instituts an deutsche fachwissenschaftliche Forschungsstätten sind inzwischen erfolgt, vergl. hierüber Heft 4, 1930.

Auch im laufenden Jahr werden die Berliner technisch-wissenschaftlichen Vereine das gemeinsame Fest der Technik veranstalten (7. Nov.), das dem doppelten Zweck der Repräsentation und der Wohltätigkeit zu dienen bestimmt ist.

Zunächst aber steht uns in Berlin die 2. Weltkraftkonferenz bevor, die vom 16. bis 25. Juni tagen wird. Herr Prof. Direktor Dr. Henning hat freundlicherweise die Vertretung des Vereins auf der Konferenz übernommen.

Außer der Erledigung der mit vorstehenden Stichworten verbundenen Korrespondenz ist dem geschäftsführenden Vorstand auch im Berichtsjahr wieder ein reichliches Maß von anderweitiger Vereinsarbeit zugefallen, die aus Ersparnisgründen größtenteils schriftlich behandelt wurde, so daß wir mit einer einzigen formellen Vorstandssitzung auskommen konnten (20. Nov. 1929). Eine Aussprache des Vorsitzenden mit den Berliner Herren folgte dann noch am 18. März d. J.

Die Versammlung hat sich zum Zeichen ihres ehrenden Gedenkens der Verstorbenen erhoben, wofür der Vorsitzende seinen Dank ausspricht. Der Bericht wird ohne Debatte genehmigt.

Punkt 1b). Rechnungsabschluß: Der Schatzmeister, Herr Direktor E. Brandt, Berlin, führt aus:

Bilanz per 31. Dezember 1929.

Debet

| | |
|---|---|
| Wert der Effekten | RM 6189,25 |
| Bankguthaben | „ 1940,50 |
| Postscheckguthaben | „ 1275,07 |
| Kassakonto | „ 360,65 |
| | RM 9765,47 |

Credit

| | |
|---|---|
| Konto I. K. I. Paris | RM 4863,60 |
| Konto Hilfsfond | „ 1068,00 |
| Vortragskonto | „ 2451,00 |
| Zeitschrift pro 4. Q, 29. | „ 1056,00 |
| Vermögensbestand 31. 12. 29. | „ 326,87 |
| | RM 9765,47 |

Sonderkonto des Intern. Kälteinstituts in Paris.

| | |
|---|---|
| Bestand am 1. Jan. 1929 | RM 4498,45 |
| Beitrag der Siemens-Schuckert Werke | „ 200,00 |
| „ d. Verb. Deutsch. Kühlhäuser | „ 500,00 |
| „ d. Deutsch. Brauerbundes | „ 1000,00 |
| „ d. Verbands für Kältemaschinen | „ 1000,00 |
| „ d. Vereins z. W. d. I. d. chem. Industrie | „ 500,00 |
| „ d. Deutsch. Gefriefleisch-Einf. Ges. | „ 200,00 |
| „ d. Deutsch. Kälte-Vereins | „ 1000,00 |
| | RM 8898,45 |
| Ausgabe: Jahresbeitr. f. 1929 nach Paris | „ 4034,85 |
| Bestand am 32. Dez. 1929 | RM 4863,60 |

Sonderkonto des Hilfsfond.

| | |
|---|---|
| Bestand am 1. Jan. 1929 | RM 770,00 |
| Zuweisung vom Fest der Technik 1929 | „ 408,00 |
| | RM 1178,00 |
| Ausgaben: an Hilfskasse d. V. D. I. RM 100 | |
| für Unkosten „ 10 | „ 110,00 |
| Bestand am 1. Jan. 1930 | RM 1068,00 |

Punkt 1c). Kassenprüfung. Da beide Herren Rechnungsprüfer zu ihrem Bedauern am persönlichen Erscheinen verhindert sind, verliest Herr Kaufmann den nachfolgenden Bericht über die Kassenprüfung und der Jahresrechnung des DKV: »Wir haben die Bücher und Belege geprüft; der von dem Schatzmeister, Herrn Direktor E. Brandt, aufgestellte Rechnungsabschluß für 1929 stimmt damit überein. Beanstandungen sind nicht zu erheben, wir beantragen daher die Entlastung des Schatzmeisters. Berlin, 15. Mai 1930. gez. P. Hennig, gez. W. Rohrbeck«. Wortmeldungen liegen nicht vor, worauf unter

Punkt 1d) Entlastung ausgesprochen wird. Der Vorsitzende spricht dem Schatzmeister und den Rechnungsprüfern den Dank des Vereins aus.

Punkt 2a). Haushaltsplan für 1930.

Einnahmen:

| | |
|---|---|
| Beitrag von 212 ordentl. Mitgliedern zu 20,— = | RM 4240,— |
| Beitrag von 78 Firmen-Mitgliedern zu 60,— = | „ 4680,— |
| Beitrag von 38 besuchenden Mitgliedern zu 10,— = | „ 380,— |
| Beitrag von 55 Hamburger Mitgliedern zu 14,— = | „ 770,— |
| Beitrag von 15 Hamburger Mitgliedern zu 30.— = | „ 450,— |
| Bestand von 1929 | „ 326,87 |
| Vortrag auf 1931 | „ 673,13 |
| | RM 11520,— |

Ausgaben:

| | |
|---|---|
| Vereinzzeitschrift | RM 4100,— |
| Drucksachen, Portis, Bürobedarf, Schreibhilfe | „ 2300,— |
| Kosten der Hauptversammlung, Reisen der Vorstandsmitglieder, der Obmänner und Vortragenden | „ 3050,— |
| Abgabe an die Bezirksvereine | „ — |
| Für wissenschaftliche Arbeiten | „ 1200,— |
| Jahresbeitrag f. d. Deutsch. Verb. t. w. Vereine | „ 300,— |
| „ f. d. Intern. Kälte-Institut, Paris | „ 500,— |
| Kleine Ausgaben und zum Ausgleich | „ 70,— |
| | RM 11520,— |

Der Haushaltsplan wird genehmigt.

Punkt 2b). Außerordentliche Ausgaben. Sind unter Punkt 2a) aufgeführt.

Punkt 2c). Jahresbeitrag. Wird unverändert beibehalten.

Punkt 2d). Ueberweisung an die Bezirks-Vereine. Die Bez.-Vereine verzichten für das laufende Jahr auf die 15% Ueberweisungsgebühr.

Punkt 3. Wahl von 3 Vorstandsmitgliedern. Für die ausscheidenden Herren Lorenz, Lucas, Plank werden auf Vorschlag des Vorstandes die Herren Altenkirch, Henning und Jung gewählt, und zwar durch Zuruf, Zettelwahl wird nicht verlangt.

Punkt 4. Wahl des Obmannes der Arb.-Abt. II. Für den ausscheidenden Obmann Herrn Hippenmeyer wird Herr Pabst gewählt.

Punkt 5. Wahl der beiden Rechnungsprüfer. Die Herren P. Hennig und W. Rohrbeck werden wiedergewählt.

Punkt 6. Berichte der Arb.-Abteilungen. Die Obmänner erstatten ihre an anderer Stelle noch bekanntzugebenden Berichte.

Punkt 7. Ort der nächsten Hauptversammlung. Es werden mehrere Vorschläge gemacht, die endgiltige Wahl fällt auf Wiesbaden, was von Herrn Dr. Rich. Linde im Namen der Gesellschaft Linde begrüßt wird. Auf mehrfach geäußerten Wunsch soll versucht werden, ob sich durch einen früheren Termin — etwa schon Anfang Mai — ein Zusammenlegen mit den Sitzungen einiger uns nahestehender Organisationen erreichen läßt.

Punkt 8. Internationale Beziehungen. Herr Prof. Plank berichtet: In unserem Verhältnis zum Internationalen Kälte-Institut zu Paris hat sich nichts geändert. Wir haben bis 20. Juli ds. Js. unsere Wünsche betr. Mitarbeit in den 16 Kommissionen zu melden, und am 24.-25. Novbr. ds. Js. wird in Paris eine außerordentliche Sitzung stattfinden zur Erledigung schwebender Fragen.

Punkt 9. Illustrierte Technische Wörterbücher. Der Vorsitzenda teilt mit, daß beim Deutschen Verband techn.-wissensch. Vereine, dem wir als Mitglied angehören, eine eigene Gesellschaft zur Herausgabe der Wörterbücher gegründet worden ist, daß es uns aber nach Ansicht des Vorstandes im Hinblick auf unsere Kassenlage zu unserem Bedauern

vorerst nicht möglich sein wird, uns an dem Unternehmen zu beteiligen. Es wird demgemäß beschlossen.

Punkt 10. Verschiedenes. Herr Geh.-Rat Lorenz übergibt den Vorsitz an Herrn Kaufmann und verläßt das Lokal.

a) Das Wort erhält Herr Prof. Plank: Die bereits früher in Aussicht genommenen »Regeln für die Prüfung von Eisschränken« sollen unter Hinzuziehung von Herrn Dipl.-Ing. W. Pohlmann, Altona weiterbearbeitet und fertiggestellt werden. Die Versammlung ist hiermit einverstanden.

b) Herr Prof. Henning, Berlin schlägt namens des Vorstandes die Ernennung des heute ausscheidenden langjährigen Vorsitzenden zum Ehrenmitglied vor, als Ausdruck des Dankes und der Anerkennung für die erfolgreiche Führung in oft schwerer Zeit. Der Antrag findet allseitige freudige Zustimmung, worauf Herr Kaufmann dem unter dem Applaus der Versammlung wieder im Saal erschienenen neuen Ehrenmitglied von seiner einstimmigen Ernennung Kenntnis gibt und ihm den Dank und die Glückwünsche des Vereins darbringt.

Herr Geh.-Rat Lorenz erwidert in bewegten Worten.

Hiermit ist die Tagesordnung erschöpft, die Versammlung wird geschlossen.

Die Sitzungen der 3 Arbeitsabteilungen fanden satzungsgemäß am Tage vor der eigentlichen Hauptversammlung mit nachstehendem Programm statt:

Abt. I. Obmann Prof. Dr. F. Henning-Berlin.

1. Prof. Dr. F. Henning-Berlin: „Neue Temperaturmessungen im Gebiet unter $90^0$ abs."
2. Ob. Reg. Rat Dr. W. Meissner-Berlin: a) „Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit". b) „Bericht über die Mitarbeit in der 1. Pariser Kommission betr. die Bezeichnung thermodynamischer Größen."
3. Dipl. Ing. W. Schmid-Karlsruhe: „Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Bakterienwachstum."

Abt. II. Obmann Direktor O. Hippenmeyer-Wiesbaden.

1. Prof. R. Stückle-Stuttgart: „Vergleichende Versuche im Ingenieur-Laboratorium über den Wärmedurchgang mit 4 verschiedenen Kühlsolen bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen."
2. Gew. Rat Dipl. Ing. E. Zäuner-Berlin: „Ein Sonderfall der Unfallverhütung."
3. Ing. G. Dotterweich-Berlin: „Normungsfragen."

Abt. III. Obmann Vet. Rat Dir. Dr. Bützler-Köln.

1. Ob. Vet. Dir. Dr Kössler-Stuttgart: „Umbau des Schlachthofs Stuttgart."
2. Dr. E. Kallert-Hamburg: „Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch."
3. Dipl. Ing. R. Heiss-Karlsruhe: „Ursache und Verhinderung der Verfärbung von Gefrierfleisch."

Die zum Teil mit Lichtbildern ausgestatteten Vorträge erfreuten sich durch ihre interessanten Themata durchweg eines sehr zahlreichen Besuchs und wurden stets mit Beifall aufgenommen. Sie sollen im Vereinsblatt veröffentlicht werden.

Besichtigungen und Gesellschaftliches.

Am Nachmittag des 4. Juni hatten die Tagungsteilnehmer durch das freundliche Entgegenkommen der Behörden Gelegenheit zur Besichtigung des Städtischen Milchhofes in der Rosensteinstraße wo ihnen durch Herrn Direktor Persin zunächst ei Ueberblick über die Gesamtanlage gegeben und dan die vorbildlichen Einzelheiten erläutert und im Betrieb gezeigt wurden.

Man begab sich hierauf zum Städtische Schlachthofe, und auch dessen unter der Führun der Direktion erfolgte Besichtigung hat bei allen Be suchern volles Verständnis und allseitige Anerkennun gefunden.

Den Schluß bildete der Besuch der Brauere R. Leicht-Vaihingen, wo den Teilnehmern zu ihre Freude ein mit Recht weithin bekannter Musterbetrie gezeigt wurde. Eine vor kurzem fertiggestellte Anlag zur Gewinnung von fester Kohlensäure (Trockeneis erregte besonderes Interesse. — Nach der Besichti gung durfte der Verein sich von der Vorzüglichke des Leicht'schen Bieres überzeugen. Unser Dank s auch an dieser Stelle nochmals sowohl der Brauere als auch den Direktionen der beiden städtische Unternehmungen ausgesprochen.

Der Abend vereinigte die Mehrzahl der Teilnehme im Ratskeller zu zwangslosem Beisammensein.

Der Begrüßungsabend am 5. Juni im Saal de Stadtgarten-Restaurants nahm durch die vielseitige Programmdarbietungen bei bester Stimmung eine ausgezeichneten Verlauf. Zahlreiche Gäste, so vo allem Herr Oberbürgermeister Dr. Lautenschlage und seine Magnifizenz der Rektor der Technische Hochschule, Herr Prof. Rothmund mit Gattin erfreuten uns durch ihren Besuch. Herr Professo R. Stückle sprach namens des Ortsausschusses freund liche Willkommensworte, die durch den Vorsitzende mit herzlichem Dank an die Herren des Ortsausschusse und an die Beitragsspender erwidert wurden. Auc den Künstlern sei hiermit unser Dank ausgesprochen

Am 6. Juni reihte sich der Festabend würdi an. Eine ausgezeichnete Speisefolge und ebensolch Musikdarbietungen und Dekorationen stellten den schwäbischen Können das beste Zeugnis aus, un auch die tanzlustige Jugend kam später vollauf z ihrem Recht. Zu Beginn begrüßte der neue Vor sitzende, Herr Prof. Dr. Henning, die zahlreic erschienenen Gäste und Mitglieder; er behandelte di Ziele und Aufgaben des Deutschen Kälte-Vereins warf einen Blick auf die obwaltenden Zeitverhältniss und schloß mit einem begeistert aufgenommenen Hoc auf unser liebes deutsches Vaterland. Herr Prof. Dr Plank wandte sich in seiner Rede an den ausge schiedenen Vorsitzenden, Herrn Geh. Rat Lorenz und sprach ihm namens des Vereins den Dank au für seine langjährige erfolgreiche Führung. Herr Geh Rat Lorenz ist in der heutigen Hauptversammlun zum Ehrenmitglied ernannt worden. Herr Direkto Brandt brachte mit bekanntem Schwung die Red auf die Damen aus, die auch im DKV trotz seine frostigen Betätigung eine wichtige Rolle spielen. Al Schlußredner dankte Herr Geh. Rat. Lorenz für di ihm gewordene Ehrung und wünschte dem Verei weiteres glückliches Gedeihen auf dem bisher befolgte Wege. Er werde dem Verein auch in Zukunft di die Treue halten.

Auch das Damenprogramm hatte am 5. un 6. Juni seine sehr befriedigende Erledigung gefunden den Stuttgarter Damen sei für ihre freundliche Bemühungen besten Dank gesagt. Am 7. Jun

erfolgte der gemeinsame ganztägige Auto-Ausflug in das schöne Schwabenland (Tübingen, Traifelberg, Lichtenstein, Nebelhöhle). Er war ein würdiger Abschluß der Stuttgarter Tagung und wird — ebenso wie diese selbst — allen Teilnehmern in dankbarer Erinnerung bleiben.

An unser bisher einziges Ehrenmitglied, Herrn Geheimer Rat Professor Dr. Carl von Linde hatte der Vorstand von Stuttgart aus ein Begrüßungstelegramm gesandt.

---

Auf Grund der in Stuttgart vollzogenen Wahlen und durch Beschluß des Vorstandes setzt sich der Vorstand nunmehr zusammen wie folgt:

Vorsitzender Direktor Prof. Dr. F. Henning, Ob. Reg. Rat, Berlin.
Stellvertreter Ob. Ing. H. Meckel, Berlin.

Schriftführer Ob. Ing. A. Kaufmann, Berlin.
Stellvertreter Dr. Ing. e. h. E. Altenkirch, Berlin.

Schatzmeister Direktor E. Brandt, Berlin.
Stellvertreter Direktor G. Heyroth, Hamburg.

Kommerzienrat Direktor Dr. O. Jung, Mainz,
Direktor Dr.-Ing. R. Linde, München,
Direktor Dr.-Ing. e. h. R. Pabst, Köln,

Die Obmänner der 3 Arb. Abteilungen sind:

Abt. I. Prof. Dr. F. Henning, Berlin.
Abt. II. Dir. Dr.-Ing. e. h. R. Pabst. Köln.
Abt. III. Vet. Rat Dir. Dr. Bützler, Köln.

Berlin, Mitte Juni 1930.

Der Schriftführer: gez. Kaufmann. Der Vorsitzende: gez. Dr. H. Lorenz.

### Bericht der Arbeits-Abteilung III.

Der Deutsche Kälteverein, der sich mit der gemeinsamen Pflege und Förderung der auf die Herstellung und Verwendung der Kälte gerichteten wissenschaftlichen, technischen und industriellen Arbeit und allen damit verbundenen Interessen befaßt, hielt vom 4. bis 7. Juni 1930 in Stuttgart seine Jahresversammlung ab. Vor der Hauptversammlung tagten die 3 Arbeitsabteilungen, von denen folgender Bericht über die III. von dem Obmann Veterinärrat Direktor Dr. Bützler erstattet wurde.

Im verflossenen Berichtsjahre wurden verschiedene Aufgaben behandelt, welche die Kühlhäuser betreffen und in der Hauptsache die Verbesserung der Kühlhausluft in den Schlachthöfen und Markthallen erstreben, wobei auf Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt sowie auf Geruchsabweichung zu achten ist. Gerüche haften entweder den in die Kühlräume eingebrachten Fleischteilen oder Eingeweiden an oder können durch zu langes und unsachgemäßes Lagern von Markthallengütern entstehen. Selbstverständlich darf dabei eine gute Kühlung und gründliche Reinhaltung der Kühlzellen nicht außer Acht gelassen werden. Es wurden folgende Themata in eingehender Weise behandelt:

Praktische Temperaturkontrolle bei Kühlanlagen mit Vorführung neuerer Instrumente.

Der Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf Bakterienwachstum von Fleisch.

Die Anwendung des Ozons bei der Lebensmittelkühlung

Die Ozonisierung der Kühlräume hat neuerdings wieder das Interesse der Schlachthofverwaltungen erregt. Im Maschinenhause des Kölner Schlachthofes ist ein neuer Ozonapparat für das Großviehkühlhaus aufgestellt worden.

Das Ozon hat sich zur Frischerhaltung von Nahrungs- und Genußmitteln in Kühl- und Markthallen als geeignet erwiesen. Ozon ist ein Gas und besteht aus dem gleichen Grundstoff wie der Luftsauerstoff, nur ist dieser aus 2, jenes aus 3 Atomen des Elementes aufgebaut. Es hat die Eigenschaft, ein Atom Sauerstoff sehr leicht an bestimmte Körper abzugeben, worauf seine frischhaltende und geruchzerstörende Wirkung beruht. Durch Untersuchungen im Reichsgesundheitsamt wurde wissenschaftlich festgestellt, daß Ozon einen großen Teil der in der Luft befindlichen Bakterien abtötet und die übrigen an der weiteren Entwicklung hindert. Zur technischen Darstellung von Ozon dienen Apparate, die in ihrer Grundform, der Ozonröhre bereits von Werner Siemens verwendet worden sind. Legt man eine Wechselspannung an 2 Entladungsflächen, dann tritt zwischen ihnen bei geeigneter Anordnung ein funkenloser Ausgleich der Elektrizität ein, wenn deren Spannung hoch genug ist. Die Luft leuchtet auf in bläulichem Licht. Führt man einen Luftstrom zwischen den Entladungsflächen durch, dann wird ein Teil des Sauerstoffs unter dem Einfluß der stillen Entladung in Ozon umgewandelt. Es gibt Ozonerzeuger für größere Kühlräume, solche für Kleinbetriebe z. B. Metzgereien und Luftozonierungseinrichtungen für Schiffe. Besondere Beachtung verdient der Tisch-Ozon-Ventilator, der gegenüber den älteren Konstruktionen wesentlich vereinfacht und verbilligt ist und ohne jede Installationsarbeit nach Bedarf im Laden oder im Lagerraum benutzt werden kann. Für die Mitglieder des Rheinischen Kälte-Vereins hat eine Besichtigung der technischen Einrichtungen im Warenhaus der Firma Leonhard Tietz in Köln stattgefunden, die für die Kälteverbraucher von großem Interesse war. Das gleiche Interesse wurde einem Vortrage entgegengebracht, der ein genaues Bild über den Bau und die Einrichtungen des neuen Schlachthofes von Konstantinopel gab und der durch zahlreiche Abbildungen erläutert wurde. Bei der Kühl- und Eismaschinenanlage beträgt die Gesamtfläche des gekühlten Raumes 3017 $m^2$, wovon 1811 für Fleisch und 1206 für Fische, Butter, Eier, Käse, Obst und Gemüse in 6 verschiedenen Räumen bestimmt sind. Die Maschinenleistung beträgt 1 Million kcal/h. Die Eisfabrik war zuerst mit 2 Eisgeneratoren für je 25 Tonnen Tagesleistung versehen, wozu bald ein 3. mit 30 Tonnen hinzukam, weil die Stadtverwaltung das Monopol für die Eisbelieferung für die ganze Stadt erhielt. Sowohl die kältetechnische als auch die fachtechnische Einrichtung des Schlachthofes in Konstantinopel sind von deutschen Firmen entworfen und ausgeführt worden. Diese Leistung der deutschen Kälteindustrie und der Spezialfabriken für Schlachthofeinrichtungen stellen einen Erfolg im Ausland dar.

Die gestrigen Vorträge der Arbeitsabteilung III behandelten den Umbau des Schlachthofes Stuttgart, wobei die Neuerungen im Kühlhaus und die Errichtung des Großkühlraumes hervorragendes Interesse fanden. Berichterstatter war Veterinärdirektor Dr. Kösler,

Stuttgart. Der in der Diskussion gegebenen Anregung, die Vorkühlräume nach der neuesten Forschung der Kältetechnik einzurichten, soll weiter nachgegangen werden. Die Ursache und Verhinderung der Verfärbung von Gefrierfleisch von Dipl.-Ing. Heiß, Karlsruhe und die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch von Dr. Kallert, Hamburg. Da der Reichstag nach einem Antrag des Reichsernährungsministers die Einfuhr von zollfreiem Gefrierfleisch in Deutschland mit dem 1. Juli 1930 aufgehoben hat, sei darauf hingewiesen, daß in den Jahren 1920—26 das zollfreie Kontingent 90 000 bis 123 000 Tons betragen hat und in den letzten Jahren 1928—1930 auf 50 000 Tons jährlich herabgesetzt worden ist. Das zollfreie Gefrierfleisch soll jetzt durch Abgabe von Frischfleisch an die minderbemittelte Bevölkerung ersetzt werden. Durch diese behördliche Maßnahme ist dem zollfreien Gefrierfleisch ein Ziel gesetzt worden. Wie das verzollte Gefrierfleisch weiterhin eingeführt wird, hängt davon ab, ob die Vorschriften des § 12 des Reichsfleischbeschaugesetzes bei der Schlachtung und dem Einfrieren von Fleisch im Ausland berücksichtigt werden. Jedenfalls ist die Kältetechnik imstande, auch diesen Schwierigkeiten zu begegnen.

In der letzten Tagung war von Versuchen berichtet worden, die mit Mehlmotten und verschiedenen Käfern angestellt worden waren, während die notwendigen Kleidermotten für die Versuche erst beschafft werden mußten. Die Versuche sind nunmehr durchgeführt worden und zwar mit Raupen und Eiern dieser Motten mit dem Ergebnis, daß die Raupen bei —10,45° C schon nach 2 Tagen sämtlich abgestorben waren, daß bei den Eiern, die einer Temperatur von —13,7° C 3 bis 27 Tage ausgesetzt waren, in keinem Falle ein Ausschlüpfen stattfand, während von den unbehandelten Kontrolltieren 75% ausgeschlüpft waren. Ueber den Versuchen scheint aber ein ungünstiger Stern zu walten. Während es erst sehr zeitraubend und schwierig war, die erforderliche Zahl Versuchstiere zu züchten, scheint nun die Aufzucht keine voll lebenskräftigen Tiere ergeben zu haben. Die unbehandelten Raupen der Kleidermotten haben sich nämlich auch nicht zu Faltern entwickelt, sondern sind ebenfalls abgestorben, allerdings erst nach 17 bis 44 Tagen, statt nach 2 Tagen bei Kaltbehandlung. Der Leiter der Versuche Dr. Zacher, Berlin bemerkt deshalb, daß diese Versuchsreihe nicht als eine vollgültige angesehen werden kann. Er schließt auf Grund der Ergebnisse, daß eine Kälte von etwa —14° C praktisch für die Bekämpfung ausreichen dürfte und hält es für erwünscht, zur Sicherung der Resultate die Versuche fortzuführen. Hierzu dürfte aber jedenfalls die Aufzucht neuer Versuchstiere, also abermals ein erheblicher Zeit- und Geldaufwand notwendig sein, und bei dem ungünstigen Stand unserer Finanzlage glaube ich nicht eine weitere Bewilligung für das doch ziemlich ungewisse Unternehmen beantragen zu dürfen.

Dr. Bützler.

---

Dem vorliegenden Heft liegt ein Prospekt der »**Sümak**«, **Süddeutsche Maschinen- und Metallwaren-Fabrik**, W. Weckerle, **Zuffenhausen-Stuttgart** bei, auf den wir empfehlend hinweisen.

# Berliner Kälte-Verein

## Bericht

### über die Monats-Versammlung am 18. März 1930 im Beamten-Kasino des Vereinshauses Deutscher Ingenieure.

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Vor Eintritt in die Tagesordnung teilte der Vorsitzende mit, daß am 12. März der frühere langjährige Schriftführer, Herr Diplom-Ingenieur Joseph Schindler verstorben sei. Die Anwesenden erhoben sich zu Ehren des Verstorbenen in kurzem stillen Gedenken. — Der Vorsitzende begrüßte die Versammlung, insbesondere den ersten Vorsitzenden des Hauptvereins, Herrn Geheimrat Lorenz. Hierauf wurden die Berichte über die Januar- und Februar-Sitzungen bekanntgegeben und von den Anwesenden genehmigt.

Sodann berichtete Herr M. Krause über »Die Kältemaschine auf der Leipziger Messe«. Der Vortrag ist inzwischen in der Vereins-Zeitschrift erschienen.

In anschließender Diskussion wandte sich Herr Dr. Schlumbohm zuerst gegen das sklavische Nachbauen der amerikanischen Konstruktion. Herr Dr. Krause bedauerte lebhaft das Nachhinken der deutschen Fabrikation. Von mehreren Rednern wurde dies einerseits auf den geringen Bedarf und andererseits auf unsere Kapitalarmut zurückgeführt, wohingegen in den Vereinigten Staaten von Amerika nach statistischen Feststellungen, die Herr Kindermann bekannt gab, der Kühlschrank an vierter Stelle von allen verkauften elektrischen Haushalt-Apparaten steht.

Nachdem noch Herr Beier die Schwierigkeiten des deutschen Klein - Kältemaschinen - Geschäftes, speziell der Kühlschränke, beleuchtete, entspann sich eine lebhafte Diskussion, an der vor allen Dingen Herr Dr. Auerbach in längeren Ausführungen darauf hinwies, daß an eine ausgesprochene Konkurrenz des Kohlensäure-Eises noch nicht zu denken sei.

Der Abend fand seinen Abschluß im »Heidelberger«

Der Schriftführer: Dotterweich.

## Bericht

### über die Monatsversammlung am 25. April 1930 im Restaurant „Heidelberger", Friedrichstraße.

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Die April-Sitzung des Berliner Kältevereins, auf der keine Fachvorträge gehalten wurden, vereinte die Mitglieder im Gambrinus-Zimmer des Restaurants »Heidelberger«. Der Vorsitzende begrüßte die Anwesenden auf das herzlichste und betonte, daß es notwendig sei, jährlich einmal einen Abend ohne Vortrag abzuhalten und so möge auch dieser dazu beitragen, den persönlichen Zusammenhalt der Mitglieder zu festigen. Herr Kaufmann gab dann noch das Programm der bevorstehenden Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins bekannt, die vom 4. bis 7. Juli in Stuttgart stattfindet.

Nachdem noch einige Kartengrüße an den Vorsitzenden des Hauptvereins, Herrn Geheimrat Lorenz sowie an den Schriftführer des Berliner Kältevereins, der beruflich auswärts weilte, gesandt waren, ging man zur Fidelitas über, welche durch launige Vorträge des Herrn Steinrück wesentlich gehoben wurde.

In voller Harmonie fand der Abend in ziemlich vorgerückter Stunde seinen Abschluß.

Der Schriftführer: Dotterweich.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**8. Heft** **Berlin SW. 9, im August 1930** **37. Jahrgang**

Inhalt:

**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Die Milchkühlung. Von Ministerialrat Prof. Dr. R. v. Ostertag, Stuttgart. S. 149. — Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch. Von Dr. E. Kallert, Hamburg. S. 153. — Fachausschuß für Forschung in der Lebensmittelindustrie. S. 156. —

**Zeitschriftenbericht.** S. 158. — **Bücherbericht.** S. 162. **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 162. — **Berichtigung.** S. 163. — **Patentberichte.** S. 163. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 168.

# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Die Milchkühlung.

Von Ministerialrat Professor Dr. R. v. Ostertag, Stuttgart.[1])

Es ist eine der technischen Großtaten, an denen Deutschland wesentlich mitbeteiligt ist, durch die Einrichtung von Kühl- und Gefrieranlagen die Frischerhaltung wichtiger Lebensmittel mächtig gefördert und die Stapelung von verderblichen Lebensmitteln zur Schaffung von Ausgleichen zwischen Zeiten des Ueberangebots und der mangelnden Erzeugung ermöglicht zu haben. Was die Frischerhaltung der Lebensmittel wirtschaftlich bedeutet, zeigt die Angabe des früheren Leipziger Hygienikers Hofmann, der den Verlust leicht verderblicher Nahrungsmittel infolge von unzweckmäßiger Aufbewahrung auf 10 Prozent ermittelt hat. Hinzu kommt als entscheidender Vorteil der Anwendung der Kälte zur Frischerhaltung der Lebensmittel, daß sie die natürlichen Eigenschaften der Lebensmittel erhält. Hierdurch unterscheidet sich die Kälte von den höheren Temperaturen. Denn durch diese werden wichtige Stoffe in den Nahrungsmitteln, bestimmte Fermente und vor allem die Vitamine, mehr oder weniger gefährdet oder zerstört. Außerdem nehmen verschiedene Nahrungsmittel, vor allem die Milch, unter der Einwirkung höherer Temperaturgrade einen Kochgeschmack an, der vielen Konsumenten unangenehm ist, während die Kälte bei bestimmten Lebensmitteln, wie beim Fleische, den Reifungsprozeß ermöglicht, der den Genuß- und Geschmackswert ganz wesentlich erhöht. Weiter kommt als großer Vorzug der Kälte als Konservierungsmittel in Betracht, daß sie die Nahrungsmittel auch bei ungehindertem Luftzutritt frisch erhält, während hohe Temperaturgrade nur dann erhaltend wirken, wenn die erhitzten Nahrungsmittel unter luftdichten Verschluß gebracht werden. Dieser Verschluß ist teuer und, sofern er aus Blech besteht, nicht geeignet, die Freude am Genuß dauernd zu erhalten, wie wir alle aus unseren Kriegserfahrungen wissen. Ich habe auch auf zwei Expeditionen in unserem früheren Deutsch-Südwest- und Deutsch-Ostafrika Erfahrungen mit Büchsenkonserven gesammelt und im Grunde nur bei den Früchtekonserven keine Beeinträchtigung der Freude am Genusse feststellen können. Die Kälte hat im übrigen eine so gewaltige Bedeutung als Erhaltungsmittel im Lebensmittelverkehr erlangt, weil es kein universell anwendbares chemisches Konservierungsmittel für Lebensmittel gibt. Die meisten chemischen Konservierungsmittel, abgesehen vom Kochsalz, Zucker und Rauch, sind vom Standpunkt der Gesundheitspflege nicht indifferent und deshalb als Zusätze zu Nahrungsmitteln behördlich verboten. Dies alles hat der Kälteindustrie in einer verhältnismäßig kurzen Spanne Zeit einen gewaltigen Auftrieb der Entwicklung gegeben. Am auffälligsten tritt dies bei der Konservierung des Fleisches zu Tage.

Als Vater des Gedankens der Konservierung von Fleisch durch Kälte wird der Franzose Tellier genannt, das Verdienst aber, diesen Gedanken zuerst durch Schaffung von Gefrier- und Kühlanlagen praktisch verwertet zu haben, gebührt den Engländern und Deutschen. Nach Critchell und Raymond sind schon vor Tellier Versuche zur Konservierung von Fleisch gemacht worden. Lord Bacon hat bereits im Jahr 1626 versucht, Geflügel durch Schnee zu konservieren, und im Jahr 1826 sollen 3 Eskimos gefrorenes Fleisch in luftdicht verschlossenen Kästen nach England gebracht und dort verkauft haben. In England wurden Gefrierhäuser in den Einfuhrhäfen für Auslandsfleisch errichtet, nachdem England zum Ersatz des vom europäischen Kontinent, insbesondere aus Rußland über Finnland und Deutschland eingeführten lebenden Viehs zur Versorgung mit überseeischem Vieh und Fleisch übergegangen war. Der Uebergang ist erfolgt wegen der mit der Einfuhr lebenden Viehs verbundenen Gefahr der Seucheneinschleppung, insbesondere der Einschleppung der Rinderpest. England war seit Mitte des 18. Jahrhunderts 120 Jahre hindurch von Rinderpest frei gewesen. Im Juni 1865 wurde die Krankheit mit einem aus Finnland angelangten Schiff mit Schlachtvieh auf den Londoner Markt und gleichzeitig auch in mehrere Provinzstädte eingeschleppt. Während der 1½jährigen Dauer der Seuche fielen ihr nicht weniger als 500 000 Rinder im Werte von 4 Millionen Pfund zum Opfer. Der letzte Ausbruch erfolgte im Jahr

[1]) Vorgetragen bei der Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins in Stuttgart, Juni 1930.

1877 infolge der Einschleppung durch russisches Schlachtvieh, das über Hamburg nach England eingeführt worden war und einen Verlust von 1198 Rindern verursachte. Dies war der Hauptanstoß, daß sich England von der kontinentalen Vieheinfuhr abwandte und zum Versuch der überseeischen Fleischversorgung überging, die heute dank dem Ausbau der Kälteindustrie sich so stark entwickelt hat und eine Lebensvoraussetzung von Großbritannien geworden ist. Vom Kontinent bezieht England nur noch Schweinefleisch in Form des leicht gesalzenen und geräucherten Bacon.

In Deutschland haben bekanntlich die Arbeiten von Carl von Linde die Entwicklung der Kälteindustrie mächtig gefördert. In Wiesbaden, dem Wohnsitz von Lindes, ist auch im Jahr 1883 der erste maschinelle Kühlhausbetrieb in Verbindung mit einem öffentlichen Schlachthof eingerichtet worden. Wie wenig damals noch der Gedanke maschineller Kühlanlagen an Schlachthöfen verbreitet war, beweist der Umstand, daß der gleichfalls im Jahr 1883 errichtete städtische Schlachthof zu Berlin ohne ein Kühlhaus erbaut worden ist. Im Jahr 1910, nach Verlauf von rund 25 Jahren, waren 5600 Lindesche Eismaschinen an 3200 verschiedenen Stellen in Kälteerzeugungsanlagen in Gebrauch, darunter in 2350 Anlagen in Deutschland und 500 im Ausland. Von den 730 öffentlichen Schlachthöfen, die am 1. Juli 1928 im Deutschen Reich bestanden, besaßen Kühlanlagen nach R. Meyer[1]) 477, also 65,3 v. H. der Anlagen. Die kleinste Kühlanlage hat einen Flächenraum von 10 $m^2$, die größte einen solchen von 28054 $m^2$. Die Schlachthöfe in Gemeinden unter 10000 Einwohnern haben zu 39,6 v. H. Kühlanlagen, die Schlachthöfe in Gemeinden über 10000 Einwohnern zu 91,9 v. H. Von Kühlsystemen steht an der Spitze die Ammoniakkühlung, besonders nach von Linde, in 295 Kühlanlagen = 62,0 v. H. aller öffentlichen Schlachthofkühlanlagen; in 35 Anlagen = 4,8 v. H. ist das Kohlensäuresystem und in gleichfalls 35 Anlagen das Schwefligsäure-System in Gebrauch. Die übrigen Systeme finden sich meist auf kleinen öffentlichen Schlachthöfen. Gefrieranlagen sind auf 68 Schlachthöfen = 9,3 v. H. aller Schlachthöfe eingerichtet. Eisfabrikation findet in 344 Schlachthöfen = 47,0 v. H. aller Schlachthöfe statt.

Die Verwendung der Kälte als Erhaltungsmittel der Milch und der Erzeugnisse aus Milch hat, soviel ich weiß, noch keine zusammenfassende Bearbeitung erfahren. Ihre Anwendungsmöglichkeiten und ihre natürliche Beschränkung ergibt sich, glaube ich, am besten, wenn wir die Milchkühlung zunächst im Vergleiche mit der Fleischkühlung betrachten. Es zeigen sich hierbei die Unterschiede der biologischen Grundlagen, welche, wie der hochverdiente Wissenschaftler der Kältetechnik, Professor Dr. Plank gesagt hat, den Ausgangspunkt für die Anwendung der Kälte bei den verschiedenen Stoffen bilden müssen.

Die gewaltige, immer mehr zunehmende Verwendung der Kälte für die Erhaltung des Fleisches hängt damit zusammen, daß sich das Fleisch durch Kühlung in seiner Qualität verbessert und daß es im übrigen durch Gefrierenlassen fast unbegrenzt haltbar ist. Die Kühlung des Fleisches bei Temperaturen, die dem Gefrierpunkt des Wassers nahe liegen, ist das beste Erhaltungsmittel für kurze Zeit, das weder den Wohlgeschmack noch den Nährwert beeinträchtigt, die Fleischqualität vielmehr nicht unerheblich verbessert. Das Fleisch erhält unter dem dauernden Einfluß der Fleischmilchsäure unter Ausschluß von Fäulnisbakterien durch die Kältewirkung, durch die unter dem Schutz der Fleischmilchsäure sich vollziehende Autolyse, einen fermentativen Vorgang, eine zarte und mürbe Beschaffenheit, die eigentliche Tafelreife für verwöhnte Gaumen. Läßt man das Fleisch gefrieren, so ist die Wirkung der Kälte als Konservierungsmittel für Fleisch fast unbegrenzt. Als Beispiel für die Konservierungskraft von Temperaturen, die unter dem Gefrierpunkt des Wassers liegen, wird angeführt, daß heute noch die Jakuten ihre Hunde mit jahrtausendaltem Mammutfleisch aus dem Eis der Lena füttern. Die einzige Schädigung des Fleisches, die der Gefrierprozeß erzeugt, spielt sich im Fettgewebe ab. Das Fettgewebe verfärbt sich, nimmt einen geblichen Farbton an und erhält eine eigentümliche Geschmacksveränderung, die durch den Fortfall des kernigen Fettgeschmacks und das Auftreten flüchtiger aromatischer Produkte gekennzeichnet ist. Diese Veränderung stellt sich aber erst bei längerer, Monate andauernder Aufbewahrung des Fleisches bei Minustemperaturen ein.

Die leichte Konservierbarkeit des Fleisches durch Kälte hängt mit zwei Umständen zusammen, einmal mit der Eigenart des Muskelgewebes, das durch tiefe Temperaturen nicht nachteilig verändert wird, und dann mit der Keimfreiheit des Fleisches im Innern.

Bei der Milch liegen die Verhältnisse ganz anders, so grundlegend anders, daß sich die Kälte zur länger dauernden Erhaltung der Milch nicht eignet.

Die Milch ist keine so einheitliche Materie wie das Fleisch. Die Milch ist eine kolloidale Lösung von verschiedenen Eiweißarten, einer größeren Zahl von Fettarten, von Zucker und von Salzen. Ferner ist die Milch, auch wenn sie unter allen Maßnahmen der Asepsis aus dem Euter entnommen wird, z. B. durch sterile Milch- oder Melkröhrchen, nicht keimfrei, sondern keimhaltig, weil sie bereits in der Milchzisterne des Euters Keime enthält, die durch die ansaugende Wirkung der Milchreste in den Zitzenkanälen in diese gelangen. Außerdem wird sie beim Melken, je nach dem Grade der hierbei aufgewandten Sauberkeit und nach der Aufstallung der Kühe — ob auf Kurzstall oder Langstall — und nach der Art der Euterreinigung vor dem Melken mehr oder weniger mit Bakterien geschwängert.

Die Milch enthält stets zwei verschiedene Eiweißarten, das Kasein und das Laktalbumin. Daneben weist sie noch in kleinen Mengen das Laktoglobulin auf. Das Fett besteht nicht nur aus den drei Fettarten des tierischen Körpers, Olein, Stearin und Palmitin, sondern noch aus sechs anderen Fettarten, die allem Anscheine nach leichter spaltbar sind und leichter ranzig und talgig werden, als die drei Hauptfette. Hinzu kommt ferner, daß das

[1]) Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 36, 1928, 823.

Milchfett in Form von kleinsten Fettkügelchen in der Milch enthalten ist, die durch ihre große Gesamtoberfläche dem Angriff von Zersetzungserregern weit mehr zugänglich sind als feste Fettmassen, wie wir sie beim Fleische haben. Der Durchmesser der Fettkügelchen schwankt zwischen 0,0016 und 0,01 mm und die Oberfläche aller Fettkügelchen in 1 kg Milch bei 3,5 % Fett zwischen 22 und 137 $m^2$. Das Milchfett bietet also dem Einfluß von zersetzenden Einflüssen eine ungeheure Oberfläche dar. Was den Keimgehalt der Milch anbelangt, so finden sich in ihr kältevertragende und selbst kälteliebende, psychrotolerante und psychrophile, Bakterien, also Keime, die auch bei niederer Temperatur zu wachsen vermögen. Es wachsen noch bei Temperaturen von 8° C und darunter insbesondere die fluoreszierenden Bakterien, darunter das Bacterium fluorescens, ein Hauptmilchverderber, der sich in Milch sehr häufig vorfindet, ja, wie Weigmann[1]) sagt, eigentlich selten fehlt, ferner die sog. Euterkokken, Säure und Lab bildende Kokken und andere Keim-Arten. Die fluoreszierenden Bakterien gehören, und das ist wichtig hervorzuheben, zu den Fett spaltenden Keimen. Hinzu kommen die psychrotoleranten Hefen und Schimmelpilze, welche geschmacksverändernd wirken, und zwar, wie Weigmann sagt, in gleichem Sinne: Sie lösen das Kasein auf und verändern das Fett, sodaß ein bitterer und talgiger, fast ranziger Geschmack entsteht. Diese höchst unerwünschten Veränderungen machen sich auch, da es sich um die Lebensäußerung kältevertragender Bakterien handelt, in gekühlter Milch geltend, und zwar um so stärker, je weniger sauber die Milch gewonnen und deshalb mit Mikroorganismen, Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen, beladen wurde. Immer vorausgesetzt, daß die Kühlung — und dies ist für die grundsätzliche Beurteilung der Frage entscheidend — längere Zeit angedauert hat. So erklärt es sich, daß gekühlte oder gefroren gewesene und wieder aufgetaute Milch nicht ganz mehr den Wohlgeschmack der frischen Milch besitzt. Diese Geschmacksveränderung tritt selbst bei Milch ein, die sehr sauber gewonnen wurde, weil sie schon von dem im Euter vorhandenen Euterkokken verursacht werden kann. Eine etwa drei Wochen lang gekühlte, möglichst keimfrei (aseptisch) gewonnene Milch weist meist einen schwach bitterlichen oder etwas schalen und talgigen Geschmack auf, eine Geschmacksveränderung, die wie Weigmann a. a. O. sagt, allerdings nur für feinere Zungen bemerkbar ist. Gewöhnliche Marktmilch mit ihrem höheren und bunteren Bakteriengehalt zeigt bei längerer kühler Aufbewahrung diesen Fehler deutlicher. Weigmann sagt deshalb, man solle auch gekühlte oder gefrorene und selbst gekühlte aseptisch gewonnene Milch nicht allzu lange aufbewahren.

Nun konnte man auf den Gedanken kommen, die Milch zuerst durch Erhitzung keimfrei und dann durch Anwendung der Kälte für längere Zeit haltbar zu machen. Aber auch dieser Weg hat versagt. Auch pasteurisierte Milch kann durch Kühlung nicht unbegrenzt lange ohne Gefahr aufbewahrt werden.

[1]) Weigmann, Pilzkunde der Milch, 2. Aufl. Berlin 1924.

In der Milch kommen sporenbildende Bakterien vor, die zu der Gruppe der Labbakterien gehören. Diese werden selbst durch Sterilisierung, d. h. Erhitzung auf 100°, und daher noch weniger durch Erhitzung auf 70° C oder durch die sog. Dauerpasteurisierung, ½ stündiges Erhitzen auf 62—65°, zerstört. Durch die Sterilisation und Pasteurisierung werden die vegetativen Formen der Keime, die Stäbchen, Bazillen, nicht aber ihre Dauerform, die Sporen, vernichtet. Flügge, der verstorbene Hygieniker in Breslau und Berlin, hat aus sterilisierter Milch des Handels mehrere solcher Bakterienarten gezüchtet, die ein mindestens zweistündiges Kochen vertragen und erst bei Temperaturen von 110—112° C absterben. Sie zersetzen die Milch teilweise sehr stark und zum Teil unter Bildung darmreizender Stoffe. Unter dem Einfluß der Labbakterien hellt sich die Milch auf und bekommt einen lockeren Bodensatz. Wenn pasteurisierte Milch unzweckmäßig aufbewahrt wird, vermehren sich die Lab bildenden Bakterien und erzeugen die geschilderten Veränderungen der Milch. Daß man pasteurisierte Milch nicht lange durch Aufbewahrung bei niederen Temperaturen unzersetzt halten kann, hat u. a. Dörge[1]) gezeigt. Dieser beschrieb unter der Bezeichnung »Oelige Milch« eine Geschmacksveränderung von dauerpasteurisierter Milch, die mit dem Alter der Milch und besonders bei der Kühlhaltung zunehme. Die Ursache dieses »öligen« oder »lehmigen«, adstringierenden Geschmacks der dauerpasteurisierten Milch beruhe offenbar auf dem Uebergewicht von Nichtsäurebildnern, also derjenigen Bakterien, zu denen die Eiweiß verdauenden, peptonisierenden und die Labbakterien gehören.

Sehr lehrreich sind Versuche, die Bischoff mit im Kühlhaus aufbewahrter Milch angestellt hat. In der auf 0° abgekühlten Milch nahm die Zahl der Bakterien in den ersten 3 bis 7 Tagen langsam ab. Diese Erscheinung ist zu erklären durch die bakterientötende Wirkung der Milch, die sog. Bakterizidie der Milch. Nach der angegebenen Frist von 3—7 Tagen vergrößert sich aber der Bakteriengehalt ziemlich rasch, sodaß sie nach 2—3 Wochen eine ziemlich hohe ist. Der Säuregehalt nimmt dabei nur wenig zu, gleichwohl gerinnt die Milch aber beim Kochen, ein Beweis dafür, daß sich auch unter dem Schutz der Kälte die Labbakterien so stark vermehren, daß sie ausreichend Labferment bilden, um Milch zur Gerinnung bringen zu können. Nach Versuchen von A. Wolff vermehrten sich bei +5—7° C nach einer 3 Tage anhaltenden Verminderung die Keime, darunter auch das erwähnte, so ziemlich regelmäßig in frischer Milch enthaltene Bacterium fluorescens. Es nahm in den ersten Tagen langsam, vom 9. Tage ab dagegen sehr rasch zu und wuchs zu großer Zahl heran. Die den Milchzucker zersetzenden Milchsäurebakterien gedeihen bei so niederer Temperatur nur wenig, sodaß eine Säuregerinnung nicht eintritt.

Im Anfang der Anwendung der Kälte auf Milch zu ihrer Frischerhaltung hat man geglaubt, die Milch durch Gefrierenlassen längere Zeit, ähnlich wie Fleisch, namentlich für die Versorgung der Schiffe mit Milch frisch erhalten zu können. Dies hat sich jedoch als nicht durchführbar erwiesen. Bei dem Gefrieren-

[1]) Molkerei-Zeitung Hildesheim 1929, 1080.

lassen der Milch, das stets 1—2 Stunden in Anspruch nimmt, wenn man es in Kannen von 20 l oder in größeren Gefäßen ausführt, rahmt die Milch auf, es tritt eine Trennung von Rahm und Magermilch ein, deren Wiedervereinigung Schwierigkeiten bereitet, da ein Teil des Fettes ausfriert. Der Gefrierpunkt der Milch liegt nach Weigmann (a. a. O.) zwischen — 0,55 bis 0,50° C. Sie gefriert aber in einem Kühlraum, in dem eine Temperatur von 0,0 bis — 1,5° C herrscht, nicht, wenigstens geschieht dies bei roher Milch nicht, während gekochte, sterilisierte und pasteurisierte Milch unter denselben Bedingungen gefriert und zwar, wie Weigmann anführt, wegen Mangels an Luft in der erhitzten Milch und auch wegen ihres geringen Eiweißgehaltes infolge der Ausscheidung von Albumin durch die Hitze. Setzt man die Temperatur einige Grad unter den Gefrierpunkt herunter, so nehmen namentlich die größeren Fettkügelchen feste Form an, verlieren ihre Kugelgestalt und gehen bei Ueberführung der gefroren gewesenen Milch in flüssige Form und in gewöhnliche Temperatur beim Wiederauftauen nicht wieder in ihren kugeligen Zustand über, sondern schwimmen als mikroskopisch kleine Fettpartikelchen, die sich sehr leicht zu größeren, mit dem Auge wahrnehmbaren Butterkügelchen vereinigen, in der Milch umher. Man erhält also beim Wiederauftauen gefroren gewesener Milch eine schwache Ausscheidung von Butter. Auch die übrigen Bestandteile entmischen sich. Wenn Milch in größeren Kannen zum Gefrieren gebracht wird, so bestehen die äußeren Partien hauptsächlich aus Wasser, während die inneren eine mehr oder weniger angereicherte, konzentrierte Milch darstellen. Diese Verhältnisse haben sich auch nicht wesentlich geändert, als man das Gefrierenlassen statt in Gefäßen mit festen Wänden in solchen mit elastischen Wänden vornahm, die sich dem Milcheisblock dauernd anschmiegten.

Aus dem Vorgetragenen erhellt, daß man die Kälte als Mittel zur Konservierung der Milch nicht verwenden kann, wenn es sich darum handelt, Milch für längere Zeit, für Wochen, frisch zu erhalten, und daß dies selbst dann nicht möglich ist, wenn man die Milch zuvor gekocht, sterilisiert oder pasteurisiert hat. Nach dem Ergebnis der angestellten Versuche wäre insbesondere davor zu warnen, etwa pasteurisierte Milch für längere Zeit herzustellen und kühl aufzubewahren, da diese sicher verderben und unter Umständen nachteilige Eigenschaften annehmen würde.

Wenn nun aber auch die Kälte sich für längere Konservierung der Milch, im Gegensatz zum Fleische, nicht eignet, so ist sie doch das wichtigste, weil einzig unschädliche und völlig unentbehrliche Mittel für die Frischerhaltung der Milch für den täglichen Verbrauch, und für die Verarbeitung der Milch zu Molkereierzeugnissen, insbesondere zu den wichtigsten Erzeugnissen Butter und Käse.

Die Milch ist ein leicht verderbliches Lebensmittel. Die rohe Milch verdirbt bei gewöhnlicher Temperatur durch die Wucherung der Milchsäurebazillen, die den Milchzucker unter Bildung von Milchsäure zersetzen. Die Kuhmilch verläßt das Euter mit durchschnittlich 7 (6,4—7,6) Säuregraden nach Soxhlet-Henkel (Fleischmann).[1])

[1]) Lehrbuch der Milchwirtschaft, 6. Aufl., Berlin 1922.

Durch die Tätigkeit der Milchsäurebakterien steigen die Säuregrade. Sind sie bis auf 11,5—12 gestiegen, dann gerinnt die Milch beim Kochen und kann nicht mehr als Trinkmilch, sondern nur noch zu Rahm, Butter, Käse oder anderen Molkereierzeugnissen verarbeitet werden. In der Praxis des Milchverkehrs verlangt man, daß die zum Verkauf als solche noch geeignete Milch die Alkoholprobe besteht, d. h. bei Alkoholzusatz nicht gerinnt. Sie gerinnt bei dieser Probe, wenn sie 10—10,5 Säuregrade nach Soxhlet-Henkel aufweist. Solche Milch wird nur noch als zur Verarbeitung geeignet erachtet und vom freien Verkehr ausgeschlossen. Da die Verarbeitung der Milch weniger lohnend ist, als die Verwendung als Trinkmilch, und da durch den Ausfall eines Teiles angelieferter Milch als Trinkmilch die Belieferung der gesamten Kundschaft mit Milch in Frage gestellt ist, besteht das größte wirtschaftliche Interesse daran, die Milch mit ihrem natürlichen Säuregehalt, in ihrem sog. Inkubationsstadium, an den Verbrauchsort zu bringen. Da zugleich mit den Milchsäurebazillen, deren Milchsäureerzeugung ein Indikator für den Grad ihrer Vermehrung ist, auch andere Bakterien in der Milch sich vermehren, deren Stoffwechselprodukte jedenfalls für das Kind und für Kranke nicht gleichgültig sind, so ist es auch ein Gebot der Gesundheitspflege, die Milch möglichst in dem Frischezustand, den sie unmittelbar nach dem Melken aufweist, an den Verbraucher heranzubringen. Die vermögen wir nur durch ausgiebige Anwendung der Kälte.

Die Verwendung chemischer, die Bakterienvermehrung hemmender Mittel, wie Wasserstoffsuperoxyd, Formalin auch in kleinsten Mengen und des Scheinkonservierungsmittels doppelkohlensaures Natrium, das nur die in der Milch gebildete Milchsäure abstumpft und dadurch die Milch länger kochfähig erhält, lehnen wir als hygienisch durchaus unzulässig ab. Bei den erstgenannten Konservierungsmitteln handelt es sich um Stoffe, die namentlich für den kindlichen Organismus gesundheitlich bedenklich sind, ganz abgesehen von der Geschmacksveränderung, die die Milch insbesondere durch den Zusatz von Formalin erleidet. Der Zusatz von doppelkohlensaurem Natrium, der in der Kriegszeit und einige Zeit nach ihr verwendet wurde, um kochfähige Milch unter den damaligen schlechten Milchgewinnungsverhältnissen den Konsumenten zugängig zu machen, ist als eine Verfälschung der Milch streng zu untersagen. Die Konservierung der Milch durch Erhitzen ist auf wenige bestimmte Versorgungszwecke, zur Deckung des Bedarfs an einer haltbaren Konserve in Form der Büchsenmilch als Proviant auf Schiffen, auf Landreisen, Expeditionen und als eiserner Bestand im Haushalt, beschränkt. Die Erhitzung hat den Nachteil, daß die Milch den Kochgeschmack annimmt und auch die übrigen Eigenschaften der frischen Milch einbüßt, insbesondere die in ihr enthaltenen Vitamine mehr oder weniger verliert. Hinzu kommen die nicht geringen Kosten der Verarbeitung der Milch zu Büchsenmilch.

Demgegenüber ist die Kälte als Konservierungsmittel der Milch für den gewöhnlichen Verkehr von Nachteilen frei, ihre Anwendungsmöglichkeit ist außerordentlich vielseitig und sie verdient deshalb zur Erhaltung der Frische der Milch und zur Verhütung

der Milchverderbnis viel allgemeiner verwendet zu werden, als dies bis heute noch der Fall ist.

Die Kälte ist völlig unentbehrlich zur Abkühlung der Milch unmittelbar nach dem Melken. Weigmann (a. a. O.) sagt mit Recht, jeder Temperaturgrad, um den man die Milch nach der Gewinnung mehr abkühlt, lohnt sich durch eine ungleich vermehrte Haltbarkeit. Wir brauchen die Kälte ferner zur Aufbewahrung der Milch bis zum Versand in die großen Verbrauchszentren, wir brauchen sie für den Transport auf weite Strecken bei den ausgedehnten Einzugsgebieten der größeren Konsumorte, wir benötigen sie nach Ankunft der Milch in den Konsumorten zur Aufbewahrung von Flaschenmilch bis zu deren Abgabe an den Konsumenten, ferner zur Abkühlung der dauerpasteurisierten Milch bei der sogenannten meiereimäßigen Behandlung, wir brauchen sie zur Aufbewahrung dieser Milch bis zur Ausgabe, wir benötigen sie bei der Anfuhr der Milch in den Milchwagen zu den einzelnen Konsumenten und endlich im Haushalt zur Verhütung der Zersetzung bis zum Verbrauch. So hat die Kälte die Milch von der Erzeugungsstätte bis in die Küche zu begleiten, wenn Zersetzungen verhütet werden sollen, welche die Verwendung der Milch als Trinkmilch durch vorzeitige Gerinnung beeinträchtigen, und namentlich bei hohen Außentemperaturen die Bekömmlichkeit der Milch herabsetzen. In manchen Milchhöfen ist es heute stehende Klage, daß während der warmen Jahreszeit täglich erhebliche Mengen von Milch eintreffen, die nach dem vorgeschrittenen Grad der Säuerung nicht mehr als Trinkmilch verwendet werden können, sondern der Verarbeitung auf Rahm, Butter und Käse unterliegen müssen. Die Erhaltung der Frische der Milch durch Verwendung der Kälte als Begleiterin bis zu ihrer Verwendung ist auch eines der Mittel, den heute noch völlig unzureichenden Milchkonsum, der zwischen 0,09 bis 0,43 l täglich schwankt und einen Mittelwert von nur 0,25 l aufweist, zu heben. Wir brauchen endlich die Kälte auch in den Milch verarbeitenden Betrieben zur Kühlreifung des Rahmes, um eine möglichst gute Butter zu erzielen, und zur Aufbewahrung der Butter bis zur Abgabe oder zum Versand, außerdem zur Kühlreifung des Käses, die uns nach Weigmann die Zukunft bei einigen Käsesorten bringen und den Käser vor dem recht ausgebreiteten Uebel der Entstehung geblähter Käse mehr als bisher bewahren wird.

Die Milch verläßt mit Körperwärme das Euter. Die Körperwärme ist für die meisten Bakterien das Temperatur-Optimum für ihre Vermehrung. Je länger die Körperwärme in der Milch erhalten bleibt, je längere Zeit der natürliche Abkühlungsprozeß in Anspruch nimmt, umso stärker ist die Vermehrung der in der Milch bereits beim Melken enthaltenen und während des Melkens durch die Melkgeschirre, durch die Hände des Melkers und durch den Luftstaub in sie gelangenden Keime. Der Milchbakteriologe Freudenreich hat schon vor vielen Jahren durch Versuche festgestellt, daß bei 35° C aufbewahrte Milch, die zu Beginn des Versuchs 9300 Keime im Kubikzentimeter erhielt, nach 24 Stunden bereits deren 577 Millionen aufwies. Wir haben es hier mit Vermehrungen in geometrischer Progression zu tun. Milch, die bei 25° C aufbewahrt wurde und zu Beginn des Versuchs gleichfalls 9300 Keime enthielt, zeigte nach 24 Stunden 50 Millionen Keime, also kaum den zehnten Teil der bei 35° C ermittelten Keime; Milch, die bei 15° C gehalten wurde, wies nach 24 Stunden 5,7 Millionen Keime im Kubikzentimeter auf, also kaum den hundertsten Teil der Keime, die in der bei 35° C aufbewahrten Milch enthalten waren. So wirkt also schon die geringgradige Abkühlung von 35 auf 15° C hemmend auf die Vermehrung der Bakterien. Noch stärker ist die Hemmung bei niedrigeren Temperaturen.

Fleischmann (a.a.O.) führt die Versuche von Conn und Esten an, welche Milch bei 10—12° C aufbewahrten. Die von ihnen untersuchte Milch enthielt zu Beginn des Versuchs 20—80 000 Keime im Kubikzentimeter und ließ nach 24 bis 36 Stunden nur in seltenen Fällen eine beträchtliche Zunahme der Keimzahl erkennen. Oefters trat sogar infolge der bakteriziden Eigenschaften der Milch eine Abnahme der Zahl der Keime ein. Erst nach 2—4 Tagen erfolgte ein Anwachsen bis auf 100 Millionen Keime. Bei +1° war bis zum 6. Tage keine Vermehrung, eher infolge der bereits erwähnten Bakterizidie eine Verminderung der Keime zu beobachten. Diese und ähnliche Feststellungen sind außerordentlich wichtige Fingerzeige für die Art der Anwendung und die Wichtigkeit der Kühlung der für den täglichen Verzehr bestimmten Milch.

(Schluß folgt).

## Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch.

Von Dr. E. Kallert, Hamburg.

Vortrag, gehalten auf der ordentlichen Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Stuttgart am 5. Juni 1930.

Meine Herren! Ein eigenartiger Zufall hat es gefügt, daß der Bericht, den ich Ihnen heute über die Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch geben soll, auf einen Zeitpunkt fällt, an dem dieser wichtige Teil unserer Volksernährung auf das allerschwerste gefährdet erscheint. Es dürfte Ihnen allen bekannt sein, daß die Gefrierfleischeinfuhr nach dem Willen der gegenwärtigen Reichsregierung, der von den gesetzgebenden Körperschaften durch das Gesetz über Zolländerungen vom 15. April bestätigt wurde, vom 1. Juli ab aufhören soll. Es bliebe mir also weiter nichts übrig, als heute schon einen Nachruf auf die mit diesem Monat zu Ende gehende Gefrierfleischversorgung zu halten, wenn ich die nunmehr geschaffene Lage als eine unabänderliche ansehen würde. Da ich mich aber dazu nicht entschließen kann, möchte ich Ihnen die Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch als den lebendigen und daseinsberechtigten Zweig des Wirtschaftslebens schildern, der sie bis heute ist und hoffentlich in naher Zukunft wieder sein wird.

Ein kurzer Rückblick auf den wechselvollen Gang der Entwicklung, den die Gefrierfleischsache in Deutsch-

land genommen hat, wird die heutige Lage leichter verstehen lassen. Vor dem Kriege hat es eine Einfuhr von Gefrierfleisch nach Deutschland nicht gegeben, wenn man von einigen tastenden Versuchen, die mit gefrorenem Rind- und Hammelfleisch australischer Herkunft gemacht wurden, absehen will. Daß aber bereits in der Vorkriegszeit ernstliche Bestrebungen im Gange waren, dem Gefrierfleisch den Zugang zum deutschen Markt zu öffnen, beweist u. a. die Tatsache, daß im Jahre 1912 unter dem Druck der damaligen Fleischteuerung einige Bundesstaaten die Aufhebung der gesetzlichen Einfuhrbeschränkung verlangten.

Eine plötzliche, sehr große Bedeutung erlangte das Gefrierfleisch im Laufe des Krieges für die Ernährung des deutschen Volkes. Freilich handelte es sich dabei nicht um Gefrierfleisch überseeischer Abstammung, sondern um Gefrierfleisch, das im Inlande selbst hergestellt wurde. Ende 1914 erwies es sich als zweckmäßig, mit Rücksicht auf die geringen Kartoffel- und Getreidevorräte den Schweinebestand erheblich zu vermindern. Man beschloß, einen Teil der dem Massenmord zum Opfer fallenden Schweine einzufrieren; mit der Durchführung dieses Planes wurde die Zentral-Einkaufs-Gesellschaft betraut. Die deutsche Kältetechnik sah sich damit ganz unerwartet vor eine überaus schwierige Aufgabe gestellt, denn die Kühlhäuser waren überhaupt nicht auf das Einfrieren von Fleisch, geschweige denn auf die Bewältigung großer Mengen in kürzester Zeit, vorbereitet. Es rächte sich jetzt die Fernhaltung des Gefrierfleisches vom deutschen Markt vor dem Kriege auf das empfindlichste, denn die notwendigen technischen Einrichtungen, die in den Friedensjahren mit aller Ruhe und Sorgfalt hätten geschaffen werden können, waren nur unvollkommen vorhanden oder sie fehlten ganz. Ebenso machte sich der völlige Mangel an praktischen Erfahrungen über Herstellung, Behandlung und Verwendung von Gefrierfleisch sehr schmerzlich bemerkbar. Es konnte nicht ausbleiben, daß unter so ungünstigen Verhältnissen manche unersetzliche Verluste an Fleisch eintraten. Daß trotzdem die Massenherstellung von Schweinegefrierfleisch in der Hauptsache den gewünschten Erfolg hatte, war dem verständnisvollen Zusammenarbeiten aller beteiligten Stellen, vor allem aber der raschen Einstellung der deutschen Kältetechnik auf die neue Aufgabe, zu danken. Mit gut deutscher Gründlichkeit schuf man damals auch durch umfangreiche Versuche, die später auf gefrorenes Rindfleisch ausgedehnt wurden, eine feste wissenschaftliche Grundlage für diese in Deutschland neue Art der Fleischkonservierung. Dabei wurde auch der für den Verbrauch gefrorenen Fleisches so wichtige Grundsatz des langsamen Auftauens klar herausgearbeitet.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1915 ging die Zentral-Einkaufs-Gesellschaft dazu über, auch Rindfleisch in großem Umfange einzufrieren. In der Folgezeit schlossen sich die Zentrale für Heeresverpflegung und die im Frühjahr 1916 gegründete Reichsfleischstelle diesem Vorgehen an. Auch dabei blieben Mißerfolge nicht aus, die sich aus der unvollkommenen Einrichtung oder zeitweiligen Ueberlastung mancher Kühlhäuser, aus der Verwendung ungeeigneten Fleisches, zu langer Lagerung, dem Fehlen guter Transportmittel und unsachgemäßer Behandlung des Gefrierfleisches ergaben. Die ganze damalige Gefrierfleischproduktion trug eben den Stempel einer durch besondere Umstände erzwungenen Notstandsmaßnahme. Trotzdem erfüllte sie im wesentlichen ihren Zweck, der darin bestand, große Vorräte von frischem Fleisch auf lange Sicht anzulegen und sie zu Zeiten und an Orten dringenden Bedarfes auszugeben. Nur mittels der ständig ergänzten Gefrierfleischbestände war es der Reichsfleischstelle möglich, die strenge Rationierung des Fleisches durchzuführen, denn das Gefrierfleisch bildete in ihren Händen eine mobile Frischfleischreserve, die sie jederzeit und überall im Kampfe gegen die Fleischnot mit Erfolg einsetzen konnte.

Nach dem Ende des Krieges kamen die ersten größeren Zufuhren ausländischen Gefrierfleisches nach Deutschland. Es waren in der Hauptsache Vorräte, die in den Magazinen der feindlichen Heere gelagert hatten. Sie waren infolge wiederholter Transporte und zu langer Lagerung mit allen erdenklichen Mängeln behaftet und konnten nur unter dem Druck der unerträglichen Fleischknappheit Absatz finden. Als diese Vorräte erschöft waren, gelangte auch überseeisches Gefrierfleisch guter Beschaffenheit nach Deutschland. Die Einfuhr und Verteilung lag zunächst noch in den Händen der Reichsfleischstelle. Nach Abschaffung der Fleischkarte im Herbst 1920 trat der Ueberwachungsausschuß für die Fleischversorgung in Tätigkeit, dem aber lediglich die Verteilung der Einfuhrbewilligungen an die bestehenden Einfuhrfirmen oblag. Diese Kontingentierung war von vornherein nur als Uebergang von der gebundenen in die freie Wirtschaft gedacht und wurde nach einem halben Jahr wieder aufgehoben. Es setzte nunmehr die freie Einfuhr ein.

Ich darf hier kurz die Einstellung der deutschen Verbraucherschaft zum Gefrierfleisch streifen, die sich aus den Erfahrungen während des Krieges und in der ersten Nachkriegszeit herausgebildet hatte, denn von dieser Einstellung im Verein mit der allgemeinen Ernährungslage hing die weitere Entwicklung der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch in erster Linie ab. Das deutsche Volk war mit dem Gefrierfleisch in etwas gewaltsamer Weise bekannt gemacht worden, denn es mußte in der Zwangslage, die der Krieg geschaffen hatte, dieses ihm fremde Nahrungsmittel aufnehmen ohne Rücksicht darauf, ob es dazu bereit war oder nicht. Wenn man bedenkt, daß der Mensch ungewohnten Nahrungsmitteln ein gerütteltes Maß von Vorurteilen und Abneigung entgegenbringt, daß ferner das während des Krieges in Deutschland hergestellte und das nach Kriegsende eingeführte Gefrierfleisch recht häufig qualitativ nicht befriedigte, so erscheint es verständlich, daß bei dem überwiegenden Teil der Verbraucherschaft eine entschiedene Abneigung gegen den Genuß von Gefrierfleisch entstanden war. Auch die 1922 beginnenden Zufuhren erstklassigen Gefrierfleisches konnten nicht ohne weiteres eine Besserung dieser Mißstimmung herbeiführen.

In diesem kritischen Zeitpunkt setzte ein über ganz Deutschland geführter Propagandafeldzug für den Genuß von Gefrierfleisch ein, der von der Fleisch-Einfuhr-Gesellschaft in Hamburg durch Vorträge, Probeessen, Filmvorführungen, Ausstellungen, Herausgabe von Druckschriften und Veröffentlichungen in der Presse unternommen wurde und alle Schichten

der Bevölkerung erfaßte. Der Erfolg dieser Aufklärungsarbeit blieb nicht aus. Er zeigte sich in der allmählichen Umstellung der öffentlichen Meinung, der Behörden, der Fachkreise, man lernte das Gefrierfleisch als ein vollwertiges und billiges Nahrungsmittel schätzen, sein Verbrauch bewegte sich in aufsteigender Linie. Hand in Hand mit dem zunehmenden Verbrauch ging der Ausbau aller für die Einfuhr und den Vertrieb des Gefrierfleisches notwendigen Einrichtungen. Neben der Sicherstellung des erforderlichen Dampferraumes wurden vor allem die Transportmittel für den Inlandsverkehr durch Erbauung moderner Kühlwagen in großer Zahl und von Kühlleichtern für den Versand auf Rhein und Elbe vermehrt und verbessert. Die bestehenden Kühlhäuser richteten sich immer besser auf die Lagerung großer Fleischmengen ein. Es bildete sich ein fester Stamm von Großhändlern, der die Versorgung der einzelnen Gebiete Deutschlands organisierte und einen wachsenden Kreis von Kleinhändlern belieferte, der wieder auf eine sichere Abnehmerschaft rechnen konnte. In einigen Großstädten entstanden Sonderläden, die sich die Belieferung des Publikums mit sorgfältig vorbehandeltem Gefrierfleisch zur besonderen Aufgabe machten. Die schrittweise Eroberung des deutschen Marktes durch das Gefrierfleisch zeigen am besten die Einfuhrziffern seit dem Einsetzen der freien Einfuhr. Es wurden 1922 rund 25000, 1923 56000, 1924 90000, 1925 123000 t eingeführt und in Deutschland verbraucht.

Diese Entwicklung wurde unterbrochen durch die Einführung eines Zolles von 45 Pfennig je kg sowie die Schaffung eines zollfreien Kontingentes. Die unheilvolle Wirkung dieser Maßnahme hat der Verfasser in Heft 8, 1928, dieser Zeitschrift ausführlich dargelegt.

Die Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch, die sich auf Grund der Kontingentierung im allgemeinen und der Neuregelung vom März 1928 im besonderen in den letzten beiden Jahren herausgebildet hat und heute noch besteht, läßt sich etwa so kennzeichnen: Die zunehmende Nachfrage nach Gefrierfleisch, das sich als gutes und billiges Volksnahrungsmittel eingebürgert hatte, wurde durch gesetzliche Maßnahmen unterdrückt. Man läßt auf der einen Seite so wenig Gefrierfleisch zollfrei herein, verteilt es dazu nach einem System, daß weite Kreise der Verbraucher ihren Bedarf nicht befriedigen können, und erhebt andererseits von dem Fleisch, das über die völlig ungenügende Menge hinaus eingeführt wird, einen so hohen Zoll, daß es den Charakter der Wohlfeilheit verliert.

Aber auch der bis heute verbliebene bescheidene Rest einer Gefrierfleischversorgung soll nunmehr verschwinden. Zu diesem Zweck wurde durch Gesetz vom 15. April beschlossen, mit Wirkung vom 1. Juli den § 12 des Reichsfleischbeschaugesetzes auch für gefrorenes Fleisch wieder in Kraft zu setzen und gleichzeitig das zollfreie Kontingent aufzuheben. Es ist also kein formelles Verbot der Einfuhr von Gefrierfleisch ausgesprochen worden, doch sind offenbar die Urheber des Gesetzes der Ueberzeugung, daß die von ihnen aufgerichtete Schranke genügt, in Zukunft die Einfuhr unmöglich zu machen.

Die Wiederinkraftsetzung des § 12 bedeutet, daß Gefrierrindfleisch künftig nicht mehr wie bisher in Vierteln, sondern nur noch in ganzen Tierkörpern, die allerdings in Hälften zerlegt sein können, eingeführt werden darf, daß ferner mit den Tierkörpern Brust- und Bauchfell, Lunge, Herz und Nieren, bei Kühen auch das Euter, in natürlichem Zusammenhang verbunden sein müssen. Es liegt auf der Hand, daß diese Vorschrift eine starke technische Erschwerung der Einfuhr verursacht, denn in den Exportländern müßte das für Deutschland bestimmte Fleisch besonders hergestellt, d. h. in Hälften mit den Organen eingefroren und verpackt werden, ferner wäre das Hantieren mit den schweren, steif gefrorenen Rinderhälften beim Transport und bei der Lagerung sehr beschwerlich. Dazu kommt, daß sich als logische Folgerung aus der Anwendung des § 12 auf Gefrierfleisch die Notwendigkeit ergibt, das gefrorene Fleisch beim Ueberschreiten der deutschen Zollgrenze einer ebenso eingehenden Untersuchung zu unterziehen wie das aus dem Ausland kommende Frischfleisch, während sich die Untersuchung des Gefrierfleisches bisher im wesentlichen auf eine äußere Besichtigung beschränkte. Zur Durchführung dieser genauen Untersuchung, bei der die Organe und eine Reihe von Körperlymphknoten angeschnitten werden müssen, müßte das gefrorene Fleisch vollständig aufgetaut werden. Da ein Wiedereinfrieren wegen der damit verbundenen Qualitätsminderung nicht in Frage kommt, müßte das Fleisch alsbald nach der Untersuchung, allenfalls nach kurzem Aufenthalt im Kühlraum, dem Verbrauch zugeführt werden. Die Einrichtung und Benützung von Auftauräumen zwecks Untersuchung des Gefrierfleisches würde einen erheblichen Aufwand an Zeit und Kosten erfordern, auch würde das Fleisch seine in wirtschaftlicher Beziehung wertvollste Eigenschaft, als Stapelware auf längere Sicht dienen zu können, in bedenklichem Umfang einbüßen. Der Gefrierfleischhandel steht daher nicht mit Unrecht auf dem Standpunkt, daß schon die Anwendung des § 12 künftig die Einfuhr von Gefrierfleisch verhindert. Aber selbst wenn man die Bestimmungen des § 12 nicht als unüberwindliches Hindernis ansehen will, muß man zugeben, daß sie mindestens eine kaum tragbare Erschwerung der Einfuhr darstellen, und daß deshalb von einer ungehinderten Einfuhr im Sinne des Gesetzes vom November 1923 nicht mehr die Rede sein kann.

Zu der fast unübersteiglichen Schranke des § 12 des Fleischbeschaugesetzes ist mit der Aufhebung des zollfreien Kontingents eine weitere in Gestalt des Zolles von 45 Pfennigen, der in Zukunft von jedem Kilogramm Gefrierfleisch erhoben wird, errichtet worden. Es muß als sehr fraglich bezeichnet werden, ob das Gefrierfleisch diese hohe Belastung tragen könnte, ohne seine Marktfähigkeit gegenüber dem frischen In- und Auslandsfleisch zu verlieren, selbst wenn man eine allgemeine Preissteigerung auf dem deutschen Markt in Rechnung stellt, die ja schließlich Zweck und Ziel der ganzen gegen die Einfuhr gerichteten Maßnahmen ist.

Vom 1. Juli an werden also die regelmäßigen Zufuhren von Gefrierfleisch aufhören, es werden nur noch die Mengen eingeführt werden, die vor dem 10. April nachweislich auf deutsche Rechnung gekauft sind und deshalb auf Grund eines Reichstagsbeschlusses bis zum 30. September hereingelassen

werden. Die gesamten technischen und kaufmännischen Einrichtungen, die der Einfuhr und dem Vertrieb des Gefrierfleisches dienen, müssen stillgelegt werden, denn eine Umstellung auf andere Aufgaben ist bei der heutigen Wirtschaftlage nur in beschränktem Umfang möglich. Die Organisation des Fachhandels, der Reichsverband des Deutschen Einfuhr- und Großhandels mit Gefrierfleisch, stellt an das Reich hohe Schadensersatzforderungen und ist entschlossen, sie nötigenfalls auf dem Prozeßweg zu verfechten, weil das Reich durch die Verordnung vom November 1923 eine Rechtsgarantie für die ungehinderte Einfuhr bis Ende 1933 gegeben hat.

Im Vordergrund des Interesses steht jetzt naturgemäß die Frage, ob man die völlige Unterbindung der Einfuhr als etwas Unabänderliches hinnehmen soll. Schwererwiegend als die Stellungnahme dieser oder jener Regierung oder Reichstagsmehrheit ist ein Faktor, der leider bisher viel zu wenig berücksichtigt wurde, sich auf die Dauer aber doch nicht ausschalten läßt, das ist die Frage des tatsächlichen Bedarfs, also die Frage, ob der Wegfall des Gefrierfleisches für unsere Fleischversorgung nachteilig ist oder nicht. Darüber noch einige Worte!

Der Bedarf an Fleisch bewegt sich in allen Kulturstaaten aus einem physiologisch wohlbegründeten Bedürfnis heraus in aufsteigender Linie. Seine volle Deckung ist für die Gesundheit und Arbeitsfähigkeit des deutschen Volkes notwendig. Voraussetzung dafür ist aber, daß nicht nur genügend große Mengen von Fleisch beschafft, sondern daß diese auch zu Preisen bereitgestellt werden, die für die Verbraucher tragbar sind. Gerade die letztere Forderung ist aber in dem verarmten Deutschland mit seiner riesigen Zahl von Arbeitslosen besonders schwer zu erfüllen. Dazu kommt, daß unsere einheimische Rindfleischerzeugung auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet im ganzen noch hinter derjenigen der Vorkriegszeit zurückbleibt und daß im besonderen die Zahl der für die Aufbringung guten Fleisches wichtigen Ochsen heute nicht einmal halb so groß wie vor dem Krieg ist. In unserer Fleischversorgung besteht also, soweit sie aus der Inlandsproduktion bestritten wird, mengenmäßig eine Lücke. Diese könnte allenfalls durch die Einfuhr einer entsprechenden Zahl lebender oder geschlachteter Rinder aus den Nachbarländern ausgefüllt werden, aber damit wäre noch keine Lösung des Preisproblems erreicht. Das Gefrierfleisch dagegen hat, solange seine Einfuhr nicht übermäßig eingeschränkt wurde, also bis März 1928, diese Lücke in unserer Fleischversorgung dank seiner vorzüglichen Qualität und seines niedrigen Preises restlos zu schließen vermocht. Die jetzige Regierung hat selbst anerkannt, daß die Gefrierfleischeinfuhr nicht ohne schweren Nachteil für die Fleischversorgung gesperrt werden kann, denn sie hat versprochen, das fortfallende zollfreie Gefrierfleischkontingent durch eine gleiche Menge frischen, ebenso billigen Fleisches zu ersetzen. Es bestehen aber berechtigte Zweifel an der Einlösbarkeit dieses Versprechens, da die Kosten zu hoch sein dürften. Die Sperrung der Gefrierfleischeinfuhr wird also aller Voraussicht nach eine fühlbare Verschlechterung in der Fleischversorgung der minderbemittelten Großstadtbevölkerung verursachen. An diesem Punkt werden die bisher an der Gefrierfleischversorgung beteiligten Kreise zu gegebener Zeit mit einer sachlichen Aufklärungsarbeit einzusetzen haben, damit die schädlichen Folgen der Einfuhrsperre durch Wiederzulassung des Gefrierfleisches zum deutschen Markt ausgeglichen werden. Der deutschen Kältetechnik fällt die Aufgabe zu, den Gedanken der langfristigen Konservierung des Fleisches durch Einfrieren, der sich in vieljähriger praktischer Anwendung auch in Deutschland voll bewährt hat, lebendig zu erhalten und zu vertiefen, damit er zu einem hoffentlich nicht fernen Zeitpunkt erneut in die Tat umgesetzt werden kann.

## Fachausschuß für Forschung in der Lebensmittelindustrie.

Am 25. Juli vormittags fand im Ingenieurhaus in Gegenwart der Herren Baurat Dr.-Ing. Neuhaus, Dr.-Ing. Koenneman und Dr.-Ing. Ude-V. D. I., Oberveterinärrat Dr. med. vet. Heiß-Straubing, Professor Dr. med. vet. Lund-Hannover, Professor Dr.-Ing. Plank-Karlsruhe, Schlachthofdirektor Caspar-Berlin, Dr.-Ing. e. h. Pabst-Berlin, Dr. med. vet. Schwerdt-»Reichsverband der Deutschen Fleischwarenindustrie«, Berlin und Dr.-Ing. Heiß-Karlsruhe die Gründungssitzung dieses Fachausschusses statt. Zu seinem Obmann wurde Prof. Lund-Hannover, zum stellvertretenden Obmann Prof. Plank-Karlsruhe gewählt; es wurde beschlossen, den Ausschuß vorläufig auf Forschungsaufgaben der Fleischtechnik zu beschränken und erst nach und nach auszubauen.

Nachmittags fand die erste Tagung des neuen Ausschusses statt, zu der Vertreter des Ministeriums, der städtischen Spitzenorganisationen, der einschlägigen Forschungsinstitute und der Technik erschienen.

Herr Baurat Dr. Neuhaus eröffnete die Sitzung und teilte mit, daß der engere Ausschuß aus den Herren Lund, Plank, Heiß, Scheld, Frese, Pabst, Bützler, Kallert, Schwerdt und einem noch vorzuschlagenden Herrn des »Reichsverbandes der Deutschen Gemeindetierärzte« besteht. Die Geschäftsführung liegt beim V. D. I. (Dr. Ude).

Herr H. Heiß sprach zur Einführung über »Zweck der Forschung im Schlachthofwesen«. Ausgehend vom Begriff des Gemeinschaftssinnes entwickelte er die Bedeutung der Zusammenarbeit; die Tierärzte bilden wohl eine geschlossene Front, aber sie bieten auch anderen Berufen ehrlich die Hand zu gemeinsamer Arbeit, wenn es das Wohl des deutschen Vaterlandes erfordert. Technik und Hygiene sind die Grundpfeiler des Schlachthofwesens, das unfruchtbar würde, wenn nicht die tierärztlichen Leiter kraft ihrer Betriebserfahrungen immer wieder Anregungen zu neuen Aufgaben geben würden; umgekehrt können sie bei der Weiterbildung der Schlachthoftechnik in keiner Weise auf die Ingenieure verzichten; beide Berufsgruppen können allein in ihren Erkenntnissen nur bis zu einer bestimmten Grenze kommen. Daher hat der Vortragende angeregt, die bisher nur vereinzelte Zusammenarbeit der Berufsträger in eine einheitliche, geordnete Bahn zu leiten, damit sowohl die einzelnen Berufsgruppen, wie auch innerhalb dieser Wissenschaft und Praxis in Meinungsaustausch treten, weiterhin auch die als vordringlich erkannten Forschungsaufgaben finanziert werden können. Dieser

Gedanken in die Tat umgesetzt zu haben, ist das Verdienst des Vereins Deutscher Ingenieure. Diesem, dessen wissenschaftlichem Beirat, insonderheit Prof. Plank, weiterhin der vorbereitenden Geschäftsstelle (R. Heiß) dankte der Vortragende im Namen des Deutschen Schlachthofwesens für ihre oft recht mühevolle organisatorische Arbeit.

An Hand einer Reihe von Beispielen aus dem Gebiete der Schlachthoftechnik skizzierte der Vortragende Aufgaben, die ihm besonders vordringlich erschienen und bei deren Bearbeitung eine planvolle Zusammenfassung der Kräfte besonderen Erfolg verspricht. Weiterhin zeigte er, wie der Ausschuß seine Ziele in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Normungsausschuß, der beim Deutschen Städtetag gegründeten rein beratenden »Gutachterstelle für Schlachthofwesen«, durch stärkere Auswertung der ausländischen Literatur usw. erweitern könnte. Vor allem anderen steht aber die Forschung an der Spitze jeder Entwicklung, und durch die dem neuen Ausschuß gegebene Grundlage ist dieser berufen, ein Wegbereiter für eine bessere Zukunft zu werden.

Als Zweiter sprach Professor Dr.-Ing. R. Plank-Karlsruhe über »Moderne Probleme in der Kältekonservierung von Fleisch und Fischen«. Er ging dabei davon aus, daß der wirtschaftlichen Forderung unserer Zeit, Höchstleistungen zu erzielen, nicht durch einseitige Spezialisierung entsprochen werden kann, sondern die Verkettung verschiedener Nachbargebiete unbedingt eine Zusammenarbeit von Spezialisten auf gemeinsamen Grenzgebieten erfordert. Wenn der V. D. I. es unternommen hat, das Gebiet der Technik im Fleischwesen, als Vorstufe eines späteren umfassenderen Programms für die gesamte Lebensmitteltechnik, in den Kreis seiner Tätigkeit einzubeziehen, so ist dessen Zuständigkeit in diesem Zusammenhange durchaus zu bejahen, denn das Schlachthofwesen, die Fleischkonservierung, der Fleischtransport und der Fleischhandel sind durch die moderne Entwicklung mit der Technik außerordentlich eng verwoben.

Der Vortragende zeigte, wie viele Fragen in seinem eigenen Arbeitsgebiete, der Konservierung von Lebensmitteln durch Kälte, noch zu lösen sind.

Ausgehend von den beim Gefrieren tierischer Gewebe eintretenden Veränderungen und dem zeitlichen Temperaturverlauf im Kühlgut beim schnellen und langsamen Gefrieren entwickelte er die Grundlagen des Ottesenverfahrens. Da beim direkten Gefrieren in Kochsalzlösungen die natürliche Fleischfarbe von Warmblüterfleisch nicht erhalten werden kann, wurden am Kältetechnischen Institut von R. Heiß systematische Untersuchungen über die Ursachen der Verfärbung angestellt und neue Wege sowohl zur Verhinderung der Verfärbung unter Berücksichtigung der nahrungsmittelchemischen Grundforderungen wie auch zur objektiven Bestimmung der Farbänderung angegeben. Eine andere Untersuchung von R. Heiß befaßt sich mit der Messung des Kältebedarfs in Abhängigkeit von der Gefriergeschwindigkeit, wobei sich Unterschiede ergaben, an deren Deutung zur Zeit noch gearbeitet wird.

Will man das Eindringen der Sole in die Gefrierware verhindern, so muß man zu indirekten Schnellgefrierverfahren greifen, deren amerikanische Ausführungsformen in Lichtbildern gezeigt wurden. Aus diesen Methoden entwickelte sich in Amerika eine neue Form des Fleischkleinhandels, wobei das Fleisch in normalisierten kleinen Stücken, in Cellophan eingewickelt und in Pappkartons verpackt, verkauft wird.

Von den Arbeiten über gekühltes Fleisch skizzierte der Vortragende kurz die Untersuchungen von W. Tamm am Kältetechnischen Institut.[1]) Sie befaßt sich mit der Erforschung der für die rascheste Durchkühlung bei geringstem Gewichtsverlust vorzuschreibenden Kühlbedingungen. Es ergab sich, daß für die Abkühlung des Fleisches hohe Luftgeschwindigkeiten erhebliche Vorteile bieten, weiterhin aber, daß die anschließende Lagerung des durchgekühlten Fleisches bei tieferen Temperaturen und höherer relativer Feuchtigkeit erfolgen sollte, als dies bisher der Fall ist.

Nachdem aber bei der Fleischlagerung alle Gesichtspunkte der Frischhaltung unterzuordnen sind, bedurfte diese Untersuchung einer grundsätzlichen Ergänzung insofern, als bei den in Frage kommenden Temperaturen und Feuchtigkeitsgraden das die Fleischfäulnis verursachende Mikroorganisamenwachstum untersucht werden mußte. Diese Versuche wurden von W. Schmid am Kältetechnischen und botanischen Institut in Karlsruhe ausgeführt und ergaben, daß die bisherige Auffassung, wonach Fleisch erst bei Ueberschreitung des Taupunktes einen guten Nährboden für Mikroorganisamen bildet, nicht haltbar ist. Es ergab sich ferner, daß mit sinkender Temperatur die in Hinblick auf das Bakterienwachstum zulässige relative Feuchtigkeit merklich steigt, wodurch sich die Möglichkeit ergab, die durch die vorerwähnte Forschungsarbeit angestrebten Gewichtsersparnisse ohne Beeinträchtigung der Fleischqualität bei Temperaturen um $\pm 0^0$ tatsächlich zu erzielen. Die Untersuchungen über das Bakterienwachstum wurden bisher nur in ruhender Luft durchgeführt und sollen nunmehr auf bewegte Luft, auf Schwankungen der Temperatur und Feuchtigkeit, verschiedenen Anfangskeimgehalt, Verhalten bei ozonisierter Luft u. dgl. ausgedehnt werden, sodaß auch hier ein Forschungsprogramm auf lange Sicht besteht.

Der Direktor des Berliner Vieh- und Schlachthofes, W. Caspar, erörterte ebenfalls technische Aufgaben der Vieh- und Schlachthöfe, z. B. auf dem Gebiete der Wasserversorgung, Kalkulation, Elektrizitätsversorgung und der Dampfwirtschaft. Die technischen Aufgaben sind teilweise ganz verschieden, je nachdem es sich um einen kleinen und mittleren Betrieb oder um einen Riesenbetrieb handelt, wie ihn die Stadt Berlin besitzt. Während z. B. bei mittleren Betrieben keine wesentlichen fördertechnischen Aufgaben vorliegen, spielen sie in Berlin mit seinen 2 km langen Anlagen eine große Rolle. Doch auch gemeinsame Aufgaben sind vorhanden, z. B. die geruchlose und wirtschaftliche Dungbeseitigung, die Geruchsbeseitigung in Darmschleimereien. Blutverwertungsanlagen und Talgschmelzen. Auch die Reinigung und Desinfektion der Eisenbahnwagen stellt allgemeine Aufgaben, die sogar über das Gebiet der Vieh- und Schlachthöfe hinausreichen. Andre gemeinsame Aufgaben liegen in der Auswahl derjenigen Baustoffe, die den Beanspruchungen in Schlachthöfen gewachsen sind. Caspar stellte Vergleiche zwischen

[1]) Beihefte zur Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie, Reihe 3, Heft 4.

amerikanischen und deutschen Schlachtverfahren an und erwähnte in diesem Zusammenhang, daß es z. B. auf die Dauer unhaltbar wäre, wenn wie in Berlin Schlachtungen bis zu 13000 Schweinen im Tag im zusammengeschachtelten Einzelbetrieb bewältigt werden.

Zahlreiche Lichtbilder gaben interessante Einblicke in die Betriebsverhältnisse des Berliner Schlachthofes.

In der Aussprache ging Prof. Lund, Hannover, auf einige Einzelheiten des Vortrages von Professor Plank ein und Dr.-Ing. R. Heiß betonte in Ergänzung der Ausführungen des Dir. Caspar die Bedeutung der Energiewirtschaft im Schlachthofbetrieb und zeigte in einigen Skizzen, daß gerade die Kopplung von Heiz- und Kraftbetrieb im Schlachthofwesen noch viele bisher ungenützte Möglichkeiten biete.

Den Schluß dieser höchst anregenden und gelungenen Tagung bildete eine Sitzung des engeren Fachausschusses, in welcher festgelegt wurde, daß ein Beschluß über die Inangriffnahme und eventuelle Finanzierung bestimmter Forschungsarbeiten erst nach der Sommerpause gefällt werden sollte, und diese aus der Reihe der bis dahin eingelieferten Vorschläge gewählt würden. H.

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen.

**Eine neue Zustandsgleichung für Flüssigkeiten.** I. A. Beattie und O. C. Bridgemann. Zeitschr. f. Phys. **62** (1930) 95.

Im Gegensatz zu Kamerlingh Onnes und seinen Mitarbeitern einerseits und Holborn, Schultze und Otto andererseits, die ihre Ergebnisse aus den Untersuchungen über die Kompressibilität von Gasen in Form empirischer Reihenentwicklungen zusammenfassen, schlagen die Verfasser folgende Zustandsgleichung vor:

$$p = \frac{RT\,(1-\varepsilon)}{V^2}\cdot(V+B) - \frac{A}{V^2}$$

$$\text{mit } A = A_0\left(1 - \frac{a}{V}\right);$$

$$B = B_0\left(1 - \frac{b}{V}\right);$$

$$\varepsilon = \frac{c}{V\cdot T^3};$$

worin $R$ die ideale Gaskonstante bedeutet und $A_0$, $a$, $B_0$, $b$ und $c$ Konstanten für jedes Gas sind.

Zahlentafel 1.

| Gas | $A_0$ | a | $B_0$ | b | $10^{-4}\cdot c$ |
|---|---|---|---|---|---|
| He | 0,0216 | 0,05984 | 0,01400 | 0,0 | 0,0040 |
| Ne | 0,2125 | 0,02196 | 0,02060 | 0,0 | 0,101 |
| A | 1,2907 | 0,02328 | 0,03931 | 0,0 | 5,99 |
| $H_2$ | 0,1975 | —0,00506 | 0,02096 | —0,04359 | 0,0504 |
| $N_2$ | 1,3445 | 0,02617 | 0,05046 | —0,00691 | 4,20 |
| $O_2$ | 1,4911 | 0,02562 | 0,04624 | 0,004208 | 4,80 |
| Luft | 1,3012 | 0,01931 | 0,04611 | —0,01101 | 4,34 |
| $CO_2$ | 5,0065 | 0,07132 | 0,10476 | 0,07235 | 66,00 |
| $CH_4$ | 2,2769 | 0,01855 | 0,05587 | —0,01587 | 12,83 |
| $(C_2H_5)_2O$ | 31,278 | 0,12426 | 0,45446 | 0,11954 | 33,33 |
| $C_2H_4$ | 6,1520 | 0,04964 | 0,12156 | 0,03597 | 22,68 |
| $NH_3$ | 2,3930 | 0,17051 | 0,03415 | 0,19112 | 476,87 |
| CO | 1,3445 | 0,02617 | 0,05046 | —0,00691 | 4,20 |
| $N_2O$ | 5,0065 | 0,07132 | 0,10476 | 0,07235 | 66,00 |

Die in Zahlentafel 1 wiedergegebenen Konstanten für 14 Gase wurden aus den für jedes Gas aufeinander bezogenen Versuchswerten aller Beobachter berechnet, wobei der Druck in normalen Atmosphären, das Volumen in Litern pro Mol und die Temperatur in absoluten Graden ($T^0$ abs $= t^0$ C $+$ 273,13) zugrunde gelegt sind. Der Wert für die Gaskonstante beträgt dann 0,08206 $\frac{\text{Literatmosphären}}{\text{Grad}\cdot\text{Mol}}$. Aus Zahlentafel 2 sind die Abweichungen zwischen den berechneten und beobachteten Drucken für einige Gase zu ersehen, sie betragen nach den Angaben der Verfasser 0,04 bis 0,36%. Ist für einen gewissen Temperaturbereich die spezifische Wärme bei niedrigen Drucken bekannt, so kann man für dieses Temperaturgebiet mit Hilfe der Beattie-Bridgemann'schen Zustandsgleichung alle thermodynamischen Eigenschaften für die angegebenen Gase einschließlich ihrer Mischungen berechnen.

Zahlentafel 2.

| Gas | Temperaturbereich °C | größt. Druck Atm | mittl. Abweichung über den ganzen Temperaturbereich |
|---|---|---|---|
| $O_2$ | —117 bis 100° | 103 | 0,115% |
| Luft | —145 bis 200° | 177 | 0,198% |
| $NH_3$ | —35 bis 325° | 130 | 0,100% |

Zahlentafel 3.

Gültigkeitsbereich der Beattie-Bridgemannschen Zustandsgleichung.

| Gas | Größter Druck Atm. | Größte Dichte kg/cbm | Temperaturbereich | Molekulargewicht M |
|---|---|---|---|---|
| He | 102 | 40 | —253 bis 400 | 4 |
| Ne | 106 | 172 | —217 „ 400 | 20,2 |
| A | 114 | 240 | —150 „ 400 | 39,91 |
| $H_2$ | 103 | 20 | —244 „ 200 | 2,0154 |
| $N_2$ | 134 | 154 | —149 „ 400 | 28,016 |
| $O_2$ | 103 | 288 | —177 „ 100 | 32 |
| Luft | 177 | 232 | —145 „ 200 | 28,964 |
| $CO_2$ | 111 | 242 | 0 „ 100 | 44,000 |
| $CH_4$ | 243 | 96 | 0 „ 200 | 16,0308 |
| $C_2H_4$ | 243 | 196 | 0 „ 200 | 28,0308 |
| $NH_3$ | 130 | 49 | —35 „ 325 | 17,0311 |

E.

**Die Strömung von überhitztem Ammoniak in Rohren.** Von John C. Reed und Edgar E. Ambrosius. Universität Illinois. Refrigerating Engineering, Februar 1930, S. 45—55.

Die Verfasser behandeln das Problem in der Hauptsache für die Bedürfnisse der praktischen Kältetechnik. Da bisher kaum Messungen auf diesem Gebiet vorlagen, bedeutet ihre Arbeit eine wertvolle Ergänzung; denn erst die Kenntnis der Größenordnung des Druckverlustes gestattet eine sichere technische Berechnung und dementsprechend wirtschaftliche Bemessung von Ammoniakrohren.

Allgemein ist der Druckverlust:

$$\triangle P = \frac{w^2}{2g}\cdot\gamma\cdot\frac{l}{d}\cdot\Lambda$$

Darin bedeuten $w$ die Geschwindigkeit, $\gamma$ das spezifische Gewicht, $l$ die Rohrlänge und $d$ der Rohrdurchmesser, Größen, die im wesentlichen leicht zu ermitteln sind. Die Rohrreibungszahl $\Lambda$ aber ist abhängig von der Reynoldsschen Kennzahl $Re$, und es ist notwendig, bei gegebenen Verhältnissen die Aenderung von $\Lambda$ mit Aenderung der Reynolds'schen Zahl zu bestimmen.

In vorliegendem Bericht wird versucht

$$\Lambda = f\,(Re) = f\left(\frac{w \cdot d}{\nu}\right)$$

für überhitztes Ammoniak darzustellen. Die Größen der Reynolds'schen Zahl, $w$ und $d$ sind durch Bedingungen des Betriebes oder der Konstruktion festgelegt.

Die kinematische Zähigkeit $\nu = \frac{\eta}{\varrho}$, oder bei gegebener Dichte $\varrho$ die absolute Zähigkeit $\eta$, muß erst noch bestimmt werden, da bisher fast keine Messungen der absoluten Zähigkeit von überhitztem Ammoniak vorliegen. Jedenfalls sind die wenigen bekannt gewordenen Werte für die praktische Kältetechnik kaum zu verwenden. Auch die Verfasser haben die Zähigkeit nicht durch Versuch bestimmt, sondern stützen sich auf die vorhandenen und berechnen mit der Formel von Sutherland noch einige Werte.

Diese Formel von Sutherland besagt, daß die Zähigkeit bei der Temperatur $t$

$$\eta_t = \eta_0 \cdot \left(\frac{273 + C}{\Theta + C}\right) \left(\frac{\Theta}{273}\right)^{1,5} \text{ ist}$$

Darin ist $\eta_0$ die Zähigkeit bei der Temperatur $0^0$ C, $\Theta$ die absolute Versuchstemperatur und $C$ eine für jeden Stoff individuelle Konstante. Aus dem Versuchsbericht von Edwards und Worswick[1]) wird der Wert $\eta_0 = 94{,}3 \times 10^{-6}$ und die Sutherland'sche Konstante $C = 370$ für Ammoniak entnommen.

Bei der Berechnung der Zähigkeitswerte machen die Verfasser die Annahme, daß die Zähigkeit unabhängig vom Druck sei, berücksichtigen also nur die Temperaturabhängigkeit. Dieses gilt natürlich nicht unbedingt, genau so wie die Sutherland'sche Formel streng nur für ein ideales Gas Gültigkeit hat. Die von den Verfassern errechneten Werte sind also noch mit Fehlern behaftet und dementsprechend zu bewerten.

In Zahlentafel 1 sind die angegebenen englischen Werte in das technische Maß übertragen.

Für die Umrechnung von Zähigkeitswerten des C. G. S.-Systems in das englische Maßsystem sei noch die Umrechnungsgröße angegeben. Es entsprechen:

$$1\ \frac{\text{gr}_{\text{masse}}}{\text{cm} \cdot \text{sec.}} = \frac{30{,}48}{453{,}6} \cdot \frac{lb}{ft \cdot \text{sec.}} \quad \text{oder}$$

$$= 0{,}0672 \cdot \frac{lb}{ft \cdot \text{sec.}}.$$

Zahlentafel 1.

| $t^0$ C | $\eta$ $\frac{\text{kg} \cdot \text{sec.}}{\text{m}^2}$ | $t^0$ C | $\eta$ $\frac{\text{kg} \cdot \text{sec.}}{\text{m}^2}$ |
|---|---|---|---|
| —60 | 0,000 000 744 | 80 | 0,000 001 250 |
| —40 | 0,000 000 818 | 100 | 0,000 001 328 |
| —20 | 0,000 000 881 | 120 | 0,000 001 404 |
| ± 0 | 0,000 000 956 | 140 | 0,000 001 469 |
| 20 | 0,000 001 025 | 160 | 0,000 001 548 |
| 40 | 0,000 001 108 | 180 | 0,000 001 609 |
| 60 | 0,000 001 176 | | |

[1]) Edwards und Worswick. The Viscosity of Ammonia Gas. Proceedings of Physical Society of London. Vol. 38.

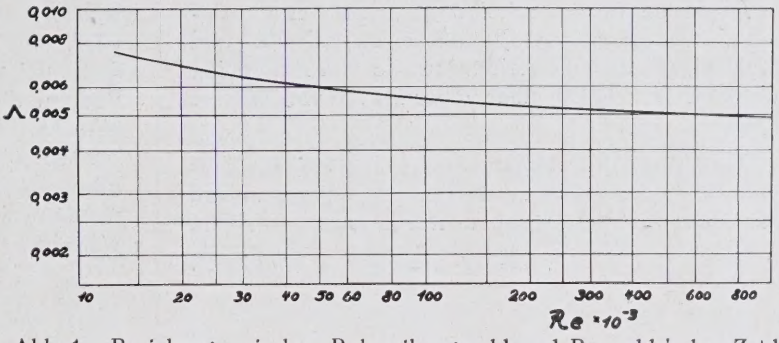



Abb. 1. Beziehung zwischen Rohrreibungszahl und Reynolds'scher Zahl für überhitzten Ammoniak.

Um also englische Einheiten in C. G. S.-Einheiten umzurechnen, müssen die englischen Einheiten mit $1/0{,}0672 = 14{,}88$ multipliziert werden[1]).

Mit den oben angegebenen Zähigkeitswerten bestimmen die Verfasser die Rohrreibungszahl $\Lambda$.

Für den Versuch wurde ein schwarzes Stahlrohr von 1" Durchmesser, wie es in der Kältetechnik gebraucht wird, in den Kreislauf einer Kältemaschine eingeschaltet. Die Länge des Versuchsrohres betrug 30,7 m. An drei Stellen waren Quecksilber-Manometer angeschlossen, die zur Messung der Druckverluste längs der Versuchstrecke dienten. Diese Druckverluste wurden bei verschiedenen Reynolds'schen Zahlen bestimmt. Aus ihrer Größe ergab sich die Rohrreibungszahl $\Lambda$ als Funktion der Reynolds'schen Zahl. In Abb. 1 ist diese Beziehung in logarithmischen Koordinaten aufgetragen.

Die Untersuchung wurde nur an einem 1" Rohr ausgeführt. Um aber die Rohrreibungszahlen auch für verschiedene Rohrdurchmesser und Strömungsgeschwindigkeiten bestimmen zu können, ist dem Bericht ein Diagramm beigegeben, in dem die Aenderung der Reynolds'schen Zahl mit Aenderung des Durchmessers und der Strömungsgeschwindigkeit angegeben ist.

Werden die Rohrreibungszahlen für Ammoniak mit denen von Luft (Stanton) und Dampf (Lander) verglichen, so fallen die Werte für Ammoniak im Versuchsgebiet ($Re = 50\,000$ bis $300\,000$) mit denen von Luft und Dampf annähernd zusammen. Bei kleineren Reynolds'schen Zahlen liegen die Werte von Dampf und Luft etwas höher.

[1]) Für die Umrechnung der physikalischen Einheit in die technische Einheit gilt:

$$1\ \frac{\text{gr}_{\text{masse}}}{\text{cm} \cdot \text{sec.}} = 0{,}0102\ \frac{\text{kg} \cdot \text{sec.}}{\text{m}^2}$$

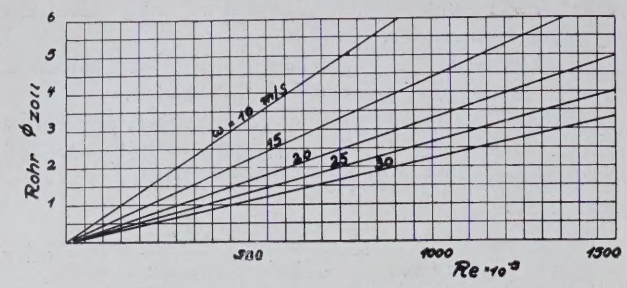



Abb. 2. Beziehung zwischen Reynolds'scher Zahl und Rohrdurchmesser bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten.

Vergleiche mit den Reibungszahlen von Flüssigkeiten, Wasser (Stanton) und Solen (Gould und Levy) zeigen, daß die Reibungswerte von Ammoniak und Solen fast gleich, aber höher als die von Wasser liegen.

Durch diese Untersuchung sind dem Kälte-Ingenieur wertvolle Zahlen gegeben, die eine technisch genügend genaue Dimensionierung von Rohrleitungen ermöglichen.

Hans Stakelbeck, Karlsruhe.

## Kälteverwendung

**Kaltlagerung von verpackten Früchten.** (The successful storage of fruits with the cold pack method). J. W. Sale. The Ice Cream Trade Journal, Dezember 1929.

Bei diesem Verfahren werden die Früchte, meist Beeren, in Dosen mit und ohne Zusatz von Zucker bei tiefen Temperaturen gelagert. Dies hat den Vorteil, daß man mit geringem Aufwand an Kapital große Mengen verarbeiten kann und daß die Früchte Aussehen und Aroma von frischen Früchten behalten.

Für die Güte des Erzeugnisses ist der Zustand der Früchte bei Beginn der Verarbeitung wesentlich. Die meist sandigen Erdbeeren verlangen gründlichere Reinigung als die Früchte, die nicht so dicht am Boden wachsen. Alle unsauberen Früchte muß man in reinem Wasser waschen, gut abtropfen lassen und sorgfältig verlesen, um Mißerfolge auszuschließen. Reife, feste, wohlgeformte, frei von allen Krankheiten und Verletzungen sind am geeignetsten. Unreife oder überreife, wurmstichige, von Pilzen befallene, verletzte Früchte geben schlechte Ware. Die Aufbewahrung bei Temperaturen über 0° C hat sich nicht bewährt, weil die Früchte weiter reifen und auch die Pilze weiter wachsen. Man ist in den letzten Jahren dazu übergegangen, Temperaturen zwischen —11 und —18° C zu verwenden. Die stets vorhandenen Pilze werden durch diese tiefen Temperaturen allerdings nicht getötet. — Der Zusatz von Zucker erleichtert die Frischhaltung wesentlich, da Pilze und Fermente in ihrer Entwicklung stark gehemmt werden. Man hat gezuckerte Früchte (1 bis 5 Teile Frucht auf 1 Teil Zucker) bei 0 bis + 2° C längere Zeit erhalten. Auch bei Aufbewahrung bei tiefen Temperaturen ist Zuckerzusatz vorteilhaft. So werden Erdbeeren stets gezuckert, weil dann Farbe und Aussehen erhalten bleiben. Wenn die Temperatur eines Raumes —18° C beträgt, so dauert es mehrere Tage, bis in einer Büchse von 50 Gallonen = 180 l Inhalt der Kern eine Temperatur von + 4,4° C erreicht hat. Man kann diese Zeit durch Vorkühlen der Früchte abkürzen.

Das Reifen der Früchte und die Einwirkung der Pilze und Fermente hört bei —12° C auf. Aber da die Oxydase in dem Gewebe der Frucht verbleibt, so tritt auch bei —12° C ein Bräunen der Frucht auf. Bei schnellem Gefrieren bilden sich nur kleine Eiskristalle, die das Gewebe nur wenig zerstören.

In den Südstaaten verfährt man so: Die beschädigten, verdorbenen und unreifen Beeren werden ausgelesen, die geeigneten werden erst kräftig in Wasser, das durch Wasserstrahlen in Umlauf gehalten wird, gewaschen, dann auf einem laufenden Bande durch feinen Regen. Dann werden die ungeeigneten Beeren, die vorher übersehen worden sind, herausgesucht. Nun werden 2 Teile Frucht mit 1 Teil Zucker gemischt und in neue, innen paraffinierte Fässer gefüllt. Für den Bedarf der Sodafontänen werden die Beeren vor dem Einzuckern mit einer wässrigen Lösung von benzoesaurem Natron besprengt.

Im Norden von Ohio werden die Kirschen (Early Richmond und Montmorency) in ein Wasserbad getan, das durch Eiszusatz gekühlt wird, damit das Fleisch wieder fest wird. Die Kirschen, die oben schwimmen, sind unbrauchbar. Beim Entleeren des Behälters werden die Kirschen mit einem Holzbrett an die eine Seite geschoben und durch die entstehenden Wirbel kommen auch die zu leichten Früchte, die durch die schweren am Boden gehalten worden sind, nach oben. Bei einer zweiten Wäsche werden die Kirschen nochmal verlesen. Sie werden mit Zucker im Verhältnis 4 zu 1 eingefroren.

Im Jahre 1928 wurden in den Vereinigten Staaten rund 30 Millionen Liter kleine Früchte in eingefrorenem Zustande versandt.

1920 haben Cruess und seine Mitarbeiter festgestellt, daß Aprikosen, Kirschen und Beeren, in Wasser oder Syrup bei —11 bis —13° C eingefroren und gelagert, Aroma und Farbe mindestens 1 Jahr behielten. 1929 stellten sie fest, daß Syrup noch besser ist als Zucker, daß er sich besser zufügen läßt und ein gleichmäßigeres Produkt ergibt. Paraffiniertes Papier ist der ideale Verpackungsstoff. Bei ausgepreßten Erdbeeren ergab sich folgendes: Bei einem Verhältnis von 1 : 1 (Frucht zu Syrup) enthielt die Flüssigkeit im Mittel 50 % Fruchtsaft, bei 2 : 1 61 %, bei 3 : 1 75%. Kr.

**Kohlensäure-Wasser-Eis.** (Hydrated solid carbon dioxide). W. S. Josephson. Refrigerating Engineering, Januar 1930.

Da die Dämpfe von Trockeneis ganz wasserfrei sind, trocknen sie die gekühlten Stoffe, die sie umspülen, aus. Preßt man $CO_2$-Schnee mit Wassereis zusammen, so sollen die $CO_2$-Dämpfe genügend Wasserdampf mitreißen, um das Uebel zu beseitigen. Außerdem wird es nicht so kalt wie das reine Trockeneis. Die sich außen bildende Schneeschicht wirkt auf den Kern wärmeschützend. (Freilich verliert dabei das $CO_2$-Eis seine wichtigste Eigenschaft, die Freiheit von Schmelzwasser.)

**Die maßgebenden Umstände beim Verfrachten verderblicher Lebensmittel.** (Governing factors in transportation of perishable commodities). Lon A. Hawkins. Refrigerating Engineering, Nov. 1929.

Der Verfasser behandelt insbesondere das Verhalten von Früchten im Kühlwagen und die von diesen beim Atmen erzeugte Wärme, wofür er folgende Zahlentafel aufstellt.

| Frucht | Temperatur °C | Erzeugte Menge $CO_2$ in mg/kg h | Erzeugte Wärme in kcal/t in 24 Stunden |
|---|---|---|---|
| Aepfel | 0 | 3 bis 4 | 165 bis 220 |
| „ | 4,4 | 5 „ 8 | 275 „ 440 |
| „ | 15,6 | 20 „ 30 | 1100 „ 1650 |
| „ | 29,4 | 30 „ 70 | 1650 „ 3850 |
| Birnen | 0 | 3 „ 4 | 165 „ 220 |
| „ | 15,6 | 40 „ 60 | 2200 „ 3300 |
| Pfirsiche | 1,7 | 7 „ 9 | 385 „ 490 |
| „ | 15,6 | 30 „ 40 | 1650 „ 3300 |
| „ | 26,7 | 70 „ 100 | 3850 „ 5500 |
| Saure Kirschen | 0 | 6 „ 8 | 330 „ 440 |
| „ | 15,6 | 50 „ 60 | 2750 „ 3300 |
| Himbeeren | 1,7 | 20 „ 30 | 1100 „ 1650 |
| „ | 15,6 | 70 „ 80 | 3850 „ 4400 |
| Erdbeeren | 1,7 | 15 | 825 |
| „ | 15,6 | 60 „ 70 | 3300 „ 3850 |
| „ | 0 | 15 „ 17 | 825 „ 935 |
| „ | 4,4 | 22 „ 35 | 1210 „ 1925 |
| „ | 15,6 | 49 „ 68 | 2700 „ 3750 |
| Weintrauben (Tokay) | 1,7 | 3 „ 5 | 165 „ 275 |
| | 15,6 | 10 „ 12 | 550 „ 660 |
| | 26,7 | 25 „ 30 | 1375 „ 1650 |
| (Concord) | 1,7 | 6 | 330 |
| | 15,6 | 30 | 1650 |
| | 26,7 | 70 | 3850 |
| Zitronen | 1,7 | 2 | 110 |
| „ | 15,6 | 8 | 440 |
| „ | 26,7 | 15 | 825 |
| „ | 25 | 10 „ 15 | 550 bis 825 |
| Orangen | 1,7 | 2 | 110 |
| „ | 15,6 | 8 | 440 |
| „ | 26,7 | 15 | 825 |
| Kartoffeln | 0 | 3 bis 5 | 165 bis 275 |
| „ | 10 | 4 „ 8 | 220 „ 440 |
| „ | 0 | 2 „ 4 | 110 „ 220 |
| (Irish Cobbler) | 4,5 | 5 „ 8 | 275 „ 440 |
| „ | 10 | 5 „ 7 | 275 „ 385 |
| „ | 21,1 | 10 „ 16 | 550 „ 880 |
| Sweet potatoes | 4,4 | 4 „ 6 | 220 „ 330 |
| „ | 29,4 | 30 „ 40 | 1650 „ 2200 |
| Zwiebeln | 0 | 3 „ 5 | 165 „ 275 |
| (Yellow Globe) | 10 | 8 „ 9 | 440 „ 495 |
| „ | 21,1 | 14 „ 19 | 770 „ 1045 |
| Bananen (grün) | 12,2 | 15 | 825 |
| | 20 | 38 | 2090 |
| (reifend) | 20 | 42 | 2310 |
| reif | 20 | 38 | 2090 |

## Verschiedenes.

**Mikrobiologische und biochemische Prüfung und physico-chemische Studie des Ei „Safca".** L. Deval und E. Kohn-Abrest. Communication de la Société Anonyme Normande de Produits Alimentaires, Le Havre, Januar 1930. Ausführlicher Auszug in Bulletin International de Renseignement Frigorifiques 1930, März/April.

Es handelt sich um Prüfung von Eiern, die nach Lescardé-Everaert bei $+1^0$ in einer Atmosphäre von Kohlensäure und Stickstoff gelagert worden sind. Die eingehenden Untersuchungen haben ergeben, daß die Eier alle Kennzeichen von frischen Eiern haben.

**Das Reifen der Bananen.** (The ripening of bananas) Journal of the Council for Scient. and Industriel Research. November 1929. Auch Bulletin International de Renseignements Frigorifiques, März April, S. 328.

Eingehende Versuche haben ergeben, daß ein Zusatz von 1 Teil Leuchtgas auf 2000 Teile Luft das Reifen stark beschleunigt. Die Früchte reifen gleichmäßig und halten sich in diesem Zustand lange. Es werden ins einzelne gehende Vorschriften über die Behandlung gegeben.

**Schweißen vermindert die Reparaturkosten an Kompressoren.** Power vom 13. 5. 1930.

Ein wichtiges Moment, das bei jeder Kälteanlage ganz besonders zu beachten ist, ist der gute Arbeitszustand des Zylinders des Ammoniak-Kompressors. Nach einer gewissen Betriebszeit muß gewöhnlich der Zylinder nachgeschliffen und ein neuer Kolben eingepaßt werden. Da diese Reparaturen ganz beträchtliche Kosten verursachen, insbesondere aber in solchen Betrieben, die für derartige Arbeiten nicht eingerichtet sind, wird die Leistungsfähigkeit der Kompressoranlage stark herabgemindert.

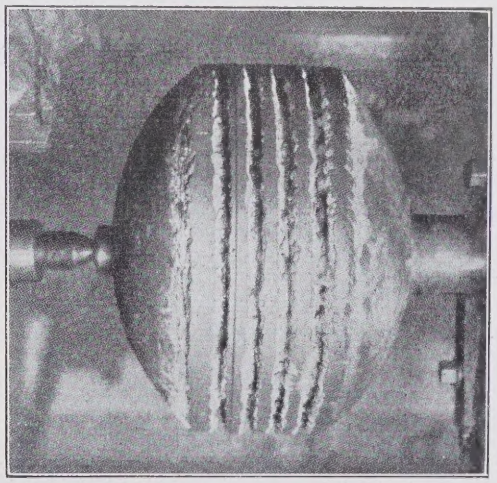


Abb. 1. Kolben, dessen Durchmesser durch aufgeschweißtes Material vergrößert wurde, eingespannt in der Drehbank.

Bild 1 stammt aus einem amerikanischen Betrieb, dem es gelang, die Reparaturkosten des Kompressors durch Anwendung der Autogen-Schweißung auf ein Minimum zu vermindern. Um die Kosten eines neuen Zylinderkolbens zu ersparen, wurde dem alten Kolben Material autogen aufgeschweißt, um den Durchmesser zu vergrößern. Nachdem der Kompressorzylinder nachgebohrt war, wurde der geschweißte Kolben auf den neuen Zylinderdurchmesser abgedreht und eingepaßt. Alle diese Arbeiten wurden in den eigenen Werkstätten ausgeführt. Kg.

# Bücherbericht

**Between two Oceans**, die Methoden des schnellen Kühlens und Gefrierens von Fischen und Fleisch. M. T. Zarotschenzeff. 157 Seiten mit 103 Abb., Verlag The Cold Storage & Produce Review, London, 1930.

Der Verfasser beschreibt die Entwicklung des Schnellgefrier-Verfahrens in Neufundland, Kanada und den Vereinigten Staaten und gibt eine sehr vollständige Uebersicht der verschiedenen, praktisch erprobten Verfahren. Die Strukturveränderungen beim langsamen und schnellen Gefrieren werden an Hand von mikrophotographischen Aufnahmen erläutert. Der Handel mit schnell gefrorenen Lebensmitteln in kleinen Packungen hat in Amerika in den letzten Jahren einen erstaunlich raschen Aufschwung genommen; gefrorene Fischfilets und Fleischschnitten, in Cellophan eingewickelt und in Pappschachteln verpackt, werden küchenfertig in den Lebensmittelgeschäften angeboten; neuerdings wird auch Obst und Gemüse in dieser Weise behandelt und verpackt. Das Gefrieren der zerkleinerten Produkte geschieht in der Regel nach der »indirekten Methode«, also ohne unmittelbare Berührung mit der Sole. Besonders hat sich dabei das Verfahren von C. Birdseye bewährt. Die Temperaturen der Salzlösung, die als Gefrierflüssigkeit dient, erreichen dabei — 40 bis — 45 ° C.

Die Darstellung ist leicht verständlich und mit vielen statistischen Angaben durchsetzt. Wenn das Buch auch nicht viel grundsätzlich Neues bringt, so wird die geschickte Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes auf diesem Gebiet dem Fachmann doch sehr willkommen sein. Auf sein eigenes Gefrierverfahren in zerstäubter Sole geht der Verfasser in diesem Buch nicht ein.

Die Ausstattung ist recht gut und die zahlreichen Abbildungen erhöhen noch den Wert der Darstellung. R. Plank, Karlsruhe.

**Die Temperaturregulierung bei Kältemaschinen und Kühlanlagen** von Richard Stetefeld 2. Aufl. Stuttgart, Verlag von Konrad Wittwer. 86 Seiten. Preis geb. Mk. 5,20.

Das Buch ist aus dem Bedürfnis entstanden, Besitzer, Maschinenmeister und Maschinisten von Kühlanlagen mit den Grundsätzen vertraut zu machen, deren Kenntnis für eine richtige Bedienung und wirtschaftliche Ausnutzung dieser Anlagen erforderlich ist.

Der Inhalt des Buches gliedert sich in drei Hauptteile: Beschreibung und Arbeitsweise von Kühlanlagen, Bedienung und Regulierung der Kältemaschinen und Regulierung der Kälteverwertungsapparate in den einschlägigen Betrieben.

Der erste Teil enthält allgemeine Beschreibungen auf den neuesten Stand der Technik gebrachter moderner Kühlanlagen. Wenn man auch annehmen kann, daß ein Teil dieser Ausführungen vielen Betriebsleuten bekannt ist, so bringen die Ausführungen auf Grund der jahrelangen Erfahrungen des Verfassers doch viel Neues.

Im nächsten Teil macht der Verfasser Angaben für eine günstige und wirtschaftliche Regulierung. Es werden Richtlinien für die Regulierung von Hand gegeben u. a. anhand eines Beispiels gezeigt, wieviel man durch richtige Regulierung sparen kann. Weiter werden die bekanntesten Leistungskontroller, Entlüftungsapparate und Ueberhitzungseinrichtungen beschrieben und in ihrer Wirkungsweise erklärt.

Im letzten Teil bringt das Büchlein Angaben über die richtgie Temperaturregelung der Apparate in Brauereien, Molkereien, Fleisch- und Lebensmittelkühlanlagen und schließt mit Ausführungen über die gebräuchlichsten Einrichtungen für eine Leistungsreduktion am Kompressor.

Das Buch ist als nützlicher Wegweiser sehr zu empfehlen. So.

# Wirtschaftiche Nachrichten.

Dem **Geschäftsbericht der Kühltransit-Aktiengesellschaft in Hamburg und Leipzig** für das 10. Geschäftsjahr **1929** entnehmen wir:

Die Belegung der Kühlhäuser in Hamburg und Leipzig und des im Sommer dem Betrieb übergebenen neuen Kühlhauses in Berlin war im Hinblick auf die allgemeine Wirtschaftslage befriedigend.

Die Erträgnisse des Wagenparks, der von der Kühltransit-Verkehrs-Aktiengesellschaft, Leipzig, verwaltet wird, waren zufriedenstellend.

Der Absatz der von der Werkwagen-Aktiengesellschaft, Leipzig, betriebenen Fischgefrieranlage in Cuxhaven konnte gehoben werden.

Der Ertrag des Berichtsjahres ist durch den Zinsenaufwand für den zum Bau des neuen Kühlhauses verwendeten Bankkredit beeinträchtigt. Da sich im laufenden Jahre diese Zinsenlast vermindern und das Berliner Kühlhaus einen vollen Jahresertrag erbringen wird, kann mit einer Steigerung der Einnahmen gerechnet werden. Es wird die Ausschüttung eines Gewinnanteils von 12% des Grundkapitals vorgeschlagen.

Der Rohgewinn beträgt RM. 739586,91. Davon werden RM. 306965,52 zu Abschreibungen verwendet und RM. 360000,— (= 12% des Grundkapitals) an die Gesellschafter ausgeschüttet. Nach dem satzungsgemäß festgestellten Gewinnanteil des Aufsichtsrates bleibt ein Rest von RM. 40183,89, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Dem **Geschäftsbericht der Tiefbau- und Kälteindustrie-Aktiengesellschaft vormals Gebhardt und Koenig, Nordhausen a. H.** für das Geschäftsjahr 1929/30 entnehmen wir:

Unser Unternehmen ist von der Auswirkung der allgemeinen wirtschaftlichen Krise deshalb noch verschont geblieben, weil wir durch die Ausführung der vom Vorjahre übernommenen langfristigen Schachtbauaufträge und eines im Berichtsjahre neu erhaltenen Schachtbauauftrages eine ausreichende Beschäftigung aufweisen konnten; die Abwicklung der uns zur Zeit vorliegenden Aufträge dürfte uns auch für das neue Geschäftsjahr genügende Arbeitsmöglichkeiten bieten.

Das Tiefbohrgeschäft hat eine wirksame Belebung infolge der schlechten Wirtschaftslage nicht erreichen können; die uns im Berichtsjahre erteilten Aufträge reichten nur für eine teilweise Beschäftigung unseres umfangreichen Bohrparkes aus.

Mit Schachtbauten und Tiefbohrungen waren wir in Deutschland, Ungarn und Polen beschäftigt. In wieweit unsere Bemühungen, auch im neuen Geschäftsjahre Aufträge auf Schachtbauten und Tiefbohrungen zu erhalten, von Erfolg begleitet sein werden, ist angesichts der Absatzstockung in der Stein- und Braunkohlenindustrie nicht sicher vorauszusagen.

Unser patentiertes Verfahren zur chemischen Verfestigung sandiger und loser Erdmassen und zur Abdichtung von wasser- oder laugedurchlässigem Mauerwerk oder Beton ist im abgelaufenen Jahre mit gutem Erfolg vielfach angewendet worden. Die hierbei erzielten technischen Erfolge bei mannigfaltigen Anwendungen des Verfahrens sowohl im Baugewerbe für die Reichsbahn und sonstige staatl. und städt. Behörden wie auch im Bergbau bei Abdichtung von Schächten, Mauerdämmen und wild ausgebrochenen Mineralquellen haben die Nützlichkeit des Verfahrens einwandfrei bewiesen. Inzwischen ist uns auch in mehreren Kulturstaaten die Ausübung unseres Chem. Verfestigungsverfahrens patentamtlich geschützt worden.

Die »Mabag«, Maschinen- und Apparatebau-Aktiengesellschaft, an welcher wir namhaft beteiligt sind, hat im Berichtsjahre zufriedenstellend gearbeitet und ihre Umsätze wesentlich gegenüber dem Vorjahre erhöhen können; die von ihr aufgenommenen neuen Fabrikationszweige befinden sich in günstiger Entwicklung.

Die Steigerung unserer mit RM. 288187,63 ausgewiesenen Generalunkosten, gegen RM. 207497,97 im Vorjahre, ist fast restlos auf erhöhte Steuerlasten zurückzuführen.

Den mit RM. 189097,47 ausgewiesenen Reingewinn beantragen wir wie folgt zu verteilen:

| | | |
|---|---|---|
| Zuweisung zum gesetzlichen Reservefonds . . . . . | RM. | 18021,95 |
| 7% Dividende auf nom. RM. 1800000 Stammaktien . . . . . | RM. | 126000,— |
| 7% Dividende auf nom. RM. 80000 Vorzugsaktien . . . . . | RM. | 5600,— |
| Statuten- und vertragsmäßige Tantiemen . . . . . | RM. | 22319,90 |
| Vortrag auf neue Rechnung . | RM. | 17155,62 |
| | Sa. RM. | 189097,47 |

# Berichtigung.

**Kühlung und Entfeuchtung von Raumluft.**

Auf Seite 129 des Juliheftes, rechte Spalte Zeile 3 von unten muß es heißen: 34,6.

Auf Seite 131, linke Spalte Zeile 4 von oben muß es heißen: durch ein besonderes zum Schutz angemeldetes Verfahren.

# Patentbericht.

## Anmeldungen.

17a, 4. A. 50784. Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher, Wyß & Cie, Zürich, Schweiz; Vertr.: H. Nähler, Dipl.-Ing. F. Seemann und Dipl.-Ing. E. Vorwerk, Patent-Anwälte, Berlin SW 11. Kälteanlage. 3. 5. 27. Schweiz 21. 4. 27.

17a, 16. S. 93547. Gebr. Sulzer A. G., Winterthur, Schweiz; Vertreter: M. Wagner und Dr.-Ingenieur G. Breitung, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Kältemaschine mit zweistufiger Verdichtung. 26. 8. 29. Schweiz 4. 7. 29.

17b, 6. J. 5.30. Gottfried Junker, Leipzig S 3, Kochstraße 55. Behälter zur Aufnahme von Speiseeis. 21. 1. 30.

17a, 3. A. 57738. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kältemaschinenkompressor. 7. 5. 29.

17a, 8. P. 59950. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan u. Dipl.-Ing. W. Paap, Patent-Anwälte, Berlin SW 11. Kontinuierlich arbeitender Absorptionskälteapparat. 8. 10. 26. Schweden 9. 6. 26.

17a, 10. P. 60143. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag; Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anw., Berlin W. 18. Regelvorrichtung für in Kühlschränke eingebaute Kälteapparate. 19. 4. 29.

17a, 13. A. 59348. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kompressions-Kältemaschine. 4. 2. 29. V. St. Amerika 5. 2. 27.

17a, 8. S. 86921. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine. 9. 8. 28.

17a, 18. F. 66759. Frigidaire Corporation, Dayton, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. G. Benjamin, Pat.-Anw., Berlin-Charlottenburg. Kühlanlage. 8. 9. 28. V. St. Amerika 30. 5. 28.

17g, 3. C. 43083. The Chesterfield Tube Company Limited und Sydney Brown Nicholson Hill, Chesterfield, Derbyshire, England; Vertreter: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Druckflasche. 10. 5. 29.

17g, 5. H. 121223. Dr. e. h. G. W. Paul Heylandt, Berlin-Britz, Gradestraße 91—107. Vorrichtung zur Beschickung eines Hochdruckvergasers. 13. 4. 29.

17c, 4. K. 110163. Hermann Koch, Hannover, Am Bokemahle 4A. Isoliermittel für Kühlanlagen 3. 7. 28.

17a, 10. P. 60097. Platen Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Anlaßvorrichtung für Kälteapparate. 16. 4. 29.

17b, 2. F. 68786. Crosby Field, Brooklyn, Staat New York, V. S. A.; Vertreter: Dr. S. Hamburger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Eiserzeugungsvorrichtung. 12. 7. 29. V. St. Amerika 14. 7. 28.

17b, 2. L. 74004. Anton Linde und Jacob Schrotz, Köln a. Rh., Gr. Spitzergasse 2—6. Einsatz für Einzellen zur Aufnahme der schlammigen Ausscheidungen. 19. 1. 29.

17g, 5. G. 76795. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestr. 39. Vorrichtung zur Aufbewahrung und zum Transport verflüssigter Gase mit tiefliegendem Siedepunkt. 18. 10. 26.

## Zurückgenommene Anmeldungen.

17a, 7. S. 80788. Verfahren zur Erzeugung von Kälte. 13. 2. 30.

17a, 7. S. 82484. Kältemaschinen; Zus. z. Anm. S. 80788. 20. 2. 30.

### Erteilungen.

17a, 16. 503506. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14 Oelrückführung an Kältemaschinen. 23. 6. 29. H. 122178.

17a, 18, 503723. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Mit einer Kältemaschine versehener Kühlschrank. 28. 4. 28. S. 85326.

17c, 4. 503724. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 15, Pariser Straße 32. Kühlelement zum Aufbau von Kühlraumwandungen in Form einer Platte. 26. 3. 29. Sch. 86823.

17a 8. 504216. Guido Maiuri und Raoul Felice Bossini, London; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Absorptionskältemaschine. 24. 4. 29. M. 109792.

17a, 13. 503802. Dipl.-Ingenieur Erich Freundlich, Düsseldorf-Oberkassel, Sonderburgstr. 24. Schlangenverdampfer für Kältemaschinen; Zus. z. Patent 485762. 20. 7. 26. F. 61757.

17a, 13. 504168. Dipl.-Ing. M. Hirsch, Frankfurt a. M., Im Trutz 29. Wärmeaustauschvorrichtung, vorzugsweise für Kälteanlagen. 20. 3. 28. H. 115770.

17a, 16. 504348. Maschinenfabrik Sürth b. Köln. Verfahren zum selbsttätigen Zurückführen des Schmiermittels aus dem Verdampfer einer Kompressions-Kältemaschine. 15. 1. 28. M. 102955.

17b, 3. 504242. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen. Akt.-Ges., Wiesbaden, Hildestrasse 4—10. Verfahren und Einrichtung zum Erzeugen von Klareis mittels Einblasen von Luft. 1. 11. 28. G. 74676.

17a, 5. 504924. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kältemaschine. 12. 1. 28. A. 22943.

17f, 5. 504542. Bergedorfer Eisenwerk Akt.-Ges., Sande bei Bergedorf, Hamburg. Wärmeaustauscher 20. 10. 28. B. 139856.

17a, 4. 505161. Robert Wahl, Balingen. Württbg. Einrichtung zur Betriebssicherung von Kompressionskältemaschinen. 22. 3. 27. W. 75414.

17a, 9. 505267. The Selica Gel Corporation, Baltimore, V. St. A.; Vertreter: Dr. G. Döllner, M. Seiler und E. Maemecke, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Verfahren zur Kälteerzeugung. 20. 10. 27. S. 82181. V. St. Amerika 27. 6. 27.

17a, 13. 505252. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Wiesbaden, Hildastraße 4—10. Wärmeaustauschelement für Verflüssiger und Verdampfer von Kältemaschinen. 3. 1. 26. G. 66148.

17a, 16. 505268. Th. Witt, Maschinenfabrik G.m.b.H., Aachen, Kemperstr. 4—6. Vorrichtung zum Zurückhalten des Oeles im Kurbelgehäuse von gekapselten Kompressoren. 2. 5. 29. W. 82551.

17g, 5. 505115. Société Anonyme d'Applications des Gaz Liquéfiés, Paris; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler, E. Maemecke und Dipl.-Ing. B. Wehr, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Vorrichtung zum Entleeren und Füllen von Flaschen; Zus. z. Pat. 443063. 17. 7. 29. S. 92808. Frankreich 5. 9. 28.

17a, 4. 505477. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz, Dresden. Schutzeinrichtung für Kältemaschinen 27. 4. 29. S. 91316.

17a, 8. 505617. Williams Oil-O-Matic Heating Corp., Bloomington, V. St. A.; Vertreter: H. Neubart, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Einrichtung zur Erzielung einer Kühlwirkung. 19. 9. 28. W. 80405.

17a, 13. 505611. Dipl.-Ingenieur Erich Freundlich Düsseldorf-Oberkassel, Sonderburgstr. 24. Schlangenverdampfer für Kältemaschinen; Zus. z Pat. 503802. 1. 9. 27. F. 64367.

### Löschungen.

17a 469557, 478337
c 369190

### Versagungen.

17c, 3. H. 110328. Kühlflüssigkeit für Kühlanlagen. 3. 11. 27.

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17b. 1128669. Firma A. Freundlich Düsseldorf Suitbertusstraße 127—143. Eiszelle. 24. 12. 28. F. 59168.

17c. 1129251. Carl Eduard Robert Brorn, Dresden A. 16, Gerokstr. 51. Kühlanlage mit sebsttätig wirkendem trockenen Kältekreislauf. 21. 12. 27. B. 126471.

17f. 1128704. Bergedorfer Eisenwerk Akt.-Ges. Astra-Werke, Bergedorf. Vorrichtung zur Verhinderung von Anfressungen an Lötstellen bei Apparaten insbes. Kühlapparaten. 30. 5. 30. B. 3058.30.

17a. 1129457. Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie. Baden, Schweiz; Vertreter: Dr. Robert Boveri Mannheim-Käfertal. Einrichtung zur Regelung der Zerstäubungsdüse bei stopfbüchsenlosen Kompressoren, insbes. für Kältemaschinen. 24. 3. 30. A. 749.30.

17a. 1131340. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte Berlin SW 11. Kühlschrank mit eingebautem Kälteapparat. 25. 7. 29. P. 51729.

17c. 1131207. Heinz P. Guttsmann, Eberswalde. Kühlschrank. 7. 7. 30. G. 1731.30.

### Verlängerung der Schutzfrist.

17a 105910, 989063, 1071617
c 1036706
f 1033846, 992657

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 8. 471028. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. Platen-Munters Refrigerating System Abtiebolag in Stockholm. Patentiert vom 27. Juli 1926 ab.

Patentanspruch:

Verfahren zum Betrieb von Absorptionskälteapparaten, in denen durch Absorber und Verdampfer ein indifferentes Gas zirkuliert, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Verdampfer kommende kalte Gas-Dampf-Gemisch in an sich bekannter Weise zur Kühlung des aus dem Absorber zum Verdampfer zurückströmenden warmen Gases als auch des zum Verdampfer strömenden Kältemittelkondensats benutzt wird.

17a, 16. 471456. Kompressionskältemaschine. Andrew Albert Kucher in Chester, V. St. A. Patentiert vom 8. März 1924 ab. Die Priorität

der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 4. Juni 1923 ist in Anspruch genommen.

Gemäß der Erfindung wird ein Arbeitsmittel angewendet, das aus einem Kältemittel und einem Schmiermittel besteht, welche sich leicht derart vermischen, daß eine homogene flüssige Lösung entsteht. Dieses Arbeitsmittel ist derart, daß sich seine Bestandteile mechanisch nicht trennen lassen. Eine Trennung kann aber durch Verdampfung eines der Bestandteile infolge genügender Temperatur oder infolge von Druckveränderungen eintreten.

17b, 1. 450446. Reihenweise in Rahmen einschiebbare Eiszellen. Clemens Weber in Weidenau, Sieg. Patentiert vom 7. August 1926 ab.

Patentanspruch:

Reihenweise in Rahmen einschiebbare Eiszellen mit gegenüberliegend angeordneten, die Zellen beim Kippen festhaltenden losen abnehmbaren Traglaschen, welche an die Zellenwandung sich anklemmende Seitenzungen aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenzungen zwecks Ineinanderschiebens beim Anreihen der Zellen mit wechselseitigen Ansätzen und Aussparungen versehen sind.

17a, 19. 475326. Verfahren zur Herstellung von vollkommen geschlossenen Gefäßen mit innerem Ueberdruck, insbesondere für Kältemaschinen. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Dezember 1925 ab. Erfinder: Edmund Altenkirch, Altlandsberg-Süd.

Gemäß der Erfindung werden geschlossene Gefäße mit innerem Ueberdruck in der Weise hergestellt, daß der Druck im Innern des Gefäßes durch Abkühlen so weit herabgesetzt wird, daß die letzte Oeffnung durch Verschmelzen, Verschweißen o. dgl. geschlossen werden kann.

17a, 8. 475055. Einrichtung zur Beeinflussung des Flüssigkeitsumlaufes zwischen Kocher und Absorber bei kontinuierlich wirkenden Absorptions-Apparaten. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges. in Niedersedlitz bei Dresden. Patentiert im Deutschen Reiche vom 8. Dezember 1927 ab.

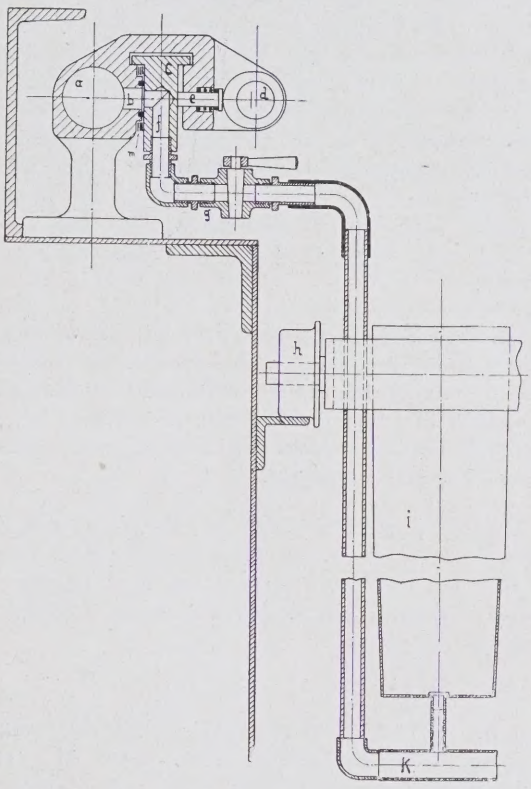
Patentansprüche.

1. Einrichtung zur Beeinflussung des Flüssigkeitsumlaufes zwischen Kocher und Absorber bei kontinuierlich wirkenden Absorptions-Apparaten, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Kocher zum Absorber fließende gasarme Flüssigkeit von einem thermostatischen Ventil gesteuert wird, das von der Temperatur des zwischen Kocher und Absorber befindlichen Gegenstromapparates beeinflußt wird.

17a, 10. 433205. Einrichtung zur selbsttätigen Ausschaltung von Absorptions-Kältemaschinen. Firma Gebrüder Bayer, Maschinenfabrik in Augsburg. Patentiert vom 7. Februar 1925 ab.

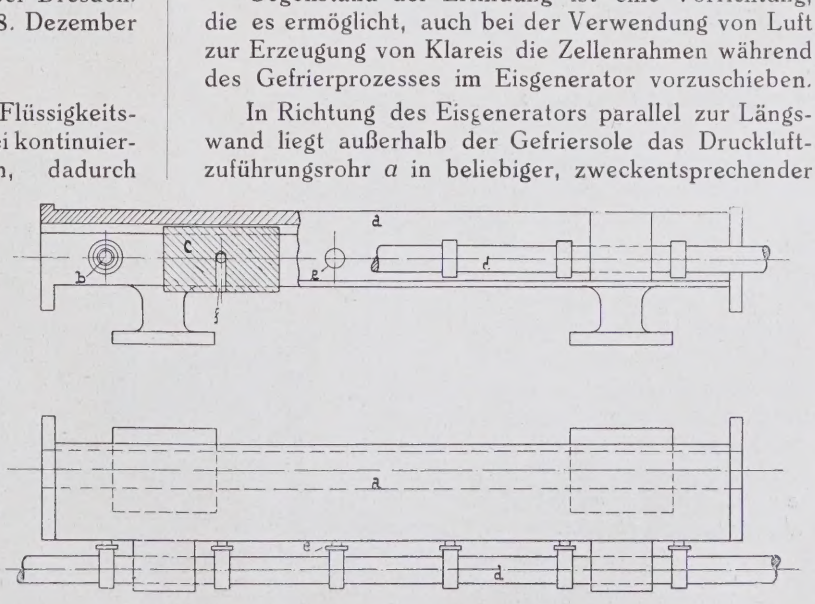
Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Anordnung an den Kochern von Absorptionskältemaschinen, bei der es mit Hilfe an sich schwacher und empfindlicher Temperaturausschaltevorrichtungen gelingt, eine Kohlen- oder Holzfeuerung usw. dadurch augenblicklich auszuschalten (um ein weiteres Steigen der Temperatur im Kessel zu verhindern), daß der beschickte Rost mittels einer Auslösevorrichtung gekippt wird und den Abbrand augenblicklich in einen weiter unten befindlichen Aschenbehälter entleert.

17b, 3. 486774. Vorrichtung zur Verbindung des Hauptluftzuführungsrohres mit den Zuleitungsrohren zu den einzelnen Zellenwagen. Dipl.-Ing. Erich Haacke in Magdeburg-B. Patentiert im Deutschen Reiche vom 28. Juni 1928 ab.




Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung, die es ermöglicht, auch bei der Verwendung von Luft zur Erzeugung von Klareis die Zellenrahmen während des Gefrierprozesses im Eisgenerator vorzuschieben.

In Richtung des Eisgenerators parallel zur Längswand liegt außerhalb der Gefriersole das Druckluftzuführungsrohr *a* in beliebiger, zweckentsprechender



Form. Dieses Rohr *a* hat ebensoviel Löcher *b*, wie Zellenrahmen zum Generator gehören, die in gleichen Abständen wie diese eingebohrt sind. Vor diesen Löchern bewegen sich gleichzeitig mit dem Vorschub der Zellenrahmen die Schieberstücke *c*, zwangläufig bewegt durch irgend eine Konstruktion. Die Schieberstücke *c* halten mit ihrem Mittelloch *f* genau vor dem Loch *b*, wenn die Zellenrahmen stillstehen. Durch irgendeine mechanische Vorrichtung, wie in *d* und *e* angedeutet, werden die Schieberstücke *c* im Ruhestand gegen das Hauptrohr *a* gedrückt, um ein Entweichen der Preßluft durch die Trennfugen zu vermeiden. Das Dichthalten kann durch eine Dichtung um das Loch *b* oder *f* durch ein Dichtungsmaterial, etwa einen Gummiring, unterstützt werden. Um ein Festkleben des Schieberstückes *c* am Luftrohr *a* bei der erneuten Vorwärtsbewegung nach Lösung der Feststellvorrichtung zu vermeiden, sind zwischen Luftrohr und Schieber Federn *m* vorgesehen, welche ein Lösen des Schieberstückes *c* von *a* sicher bewirken. Die elastischen Gummidichtungen schleifen nunmehr leicht an der Dichtungsfläche der Schieber entlang, und es wird hierdurch, auch nach dem Lösen der festen Verbindung, eine Abdichtung des Luftrohres nach außen erreicht.

Bei dem Vorschieben der Schieberstücke, was nur etwa 9 Sekunden dauert, bekommen die Luftrohre unter den Zellen keine Frischfuftzufuhr für die Düsen. Da jedoch diese Unterbrechung so minimal ist, daß hierdurch die Düsen nicht zufrieren können, erscheint dieser Umstand belanglos.

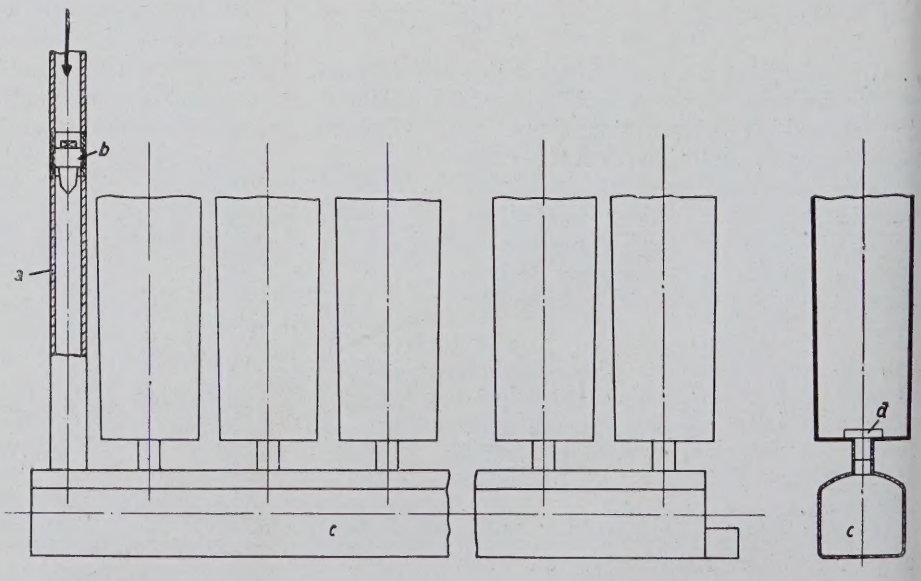
Gelangt jeweils ein Schieberstück *c* an das Ende des Generators bzw. des Hauptluftrohres *a*, so fällt es aus der Führung des Luftrohres *a* heraus und kann mit dem Zellenrahmen zusammen fortgefahren werden.

17a, 8. 487179. Absorptionskältemaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Erfinder: Edmund Altenkirch, Neuenhagen bei Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 27. Januar 1928 ab.

Patentanspruch:

Absorptionskältemaschine, bei welcher das Arbeitsmittel aus einer Absorptionslösung heraus in ein zwischen Entgaser und Absorber umlaufendes indifferentes Gas hinein verdampft, dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Absorber kommende Gasgemisch vor seinem Eintritt in den Entgaser mit der aus dem Resorber diesem zugeführten reichen Absorptionslösung in Wärmeaustausch tritt.

5 weitere Ansprüche.




17a, 8. 487180. Absorptionsmaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Erfinder: Edmund Altenkirch, Neuenhagen bei Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 11. April 1928 ab.

Patentanspruch:

Absorptionsmaschine, bei der eine Absorptionslösung zwischen einem Absorber und einem Austreiber (Absorbersystem) und eine andere Absorptionslösung zwischen einem Resorber und einem Entgaser (Resorbersystem) umläuft, dadurch gekennzeichnet, daß die im Absorbersystem enthaltene Flüssigkeitsmenge größer als die im Resorbersystem vorhandene Flüssigkeitsmenge ist.

3 weitere Ansprüche.

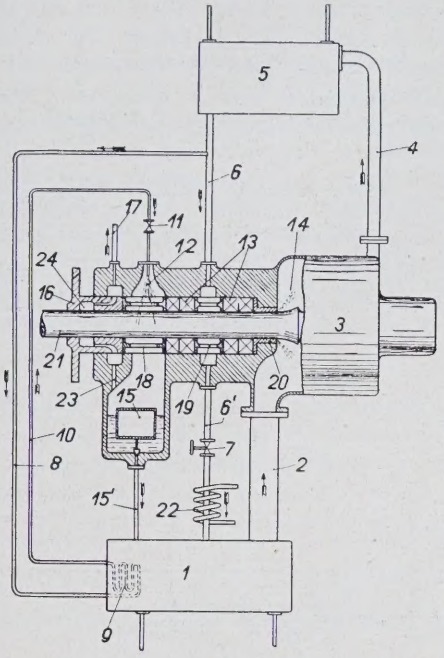
17b, 3. 487320. Einrichtung zum Weiterblasen der Luft in den Eiszellen während des Vorschiebens der Eiszellenrahmen. Dipl.-Ing. Erich Haacke in Magdeburg-B. Zusatz zum Patent 486774. Patentiert im Deutschen Reiche vom 21. Dezember 1928 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 28. Juni 1928.

In der Luftzufuhrleitung *a*, die die Preßluft unter die Zellen bringt, ist ein Rückschlagventil *b* beliebiger Konstruktion eingebaut. Sobald der Luftstrom, der in Richtung des Pfeiles kommt, ausbleibt und durch Abschalten der Luftzufuhr und Lösen der Schieberstücke der Druck vor dem Rückschlagventil schwächer wird als hinter ihm, schließt sich das Ventil. Die im Sammelrohr angesammelte Luft muß, solange ihr Druck höher ist als der Druck der in der Zelle auf ihr liegenden Wassersäule, durch die Düsen *d* der Eiszelle gehen und den Rührvorgang fortsetzen.

Um eine genügende Menge Luft für diesen Vorgang in Vorrat zu haben, wird das Sammelrohr *c* genügend groß gewählt, um während der wenige Sekunden dauernden Unterbrechung neuer Luftzufuhr ausreichend zu blasen.

Die Düsen *d* der Eiszellen werden in bekannter Weise mit einem Rückschlagventil versehen, um das Eindringen von Wasser in das Sammelrohr beim Füllen zu verhindern. Bei den verhältnismäßig großen Abmessungen des Sammelrohres *c* wäre es sonst schwierig, das Wasser aus dem Sammelrohr in die Zellen zurückzudrücken.

17a, 15. 487536. Stopfbüchse für Kreiselverdichter von Kühlanlagen. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 19. Juli 1928 ab.




Patentanspruch:

Stopfbüchse für Kreiselverdichter von Kühlanlagen, deren Kältemittel unterhalb Atmosphärendruck verdampfen, wobei das flüssige Kältemittel selbst als Schmier- und Kühlmittel dient, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des für die Stopfbüchse verwendeten, unter höherem als Verdampferdruck stehenden Kältemittels auf Verdampfer- bzw. nahezu Verdampfertemperatur unterkühlt wird, so daß bei Entspannung desselben und Eintritt in einen nach der Außenseite der Stopfbüchse gelegenen Stopfbüchsenraum in diesem eine über Atmosphärendruck liegende Dampfbildung vermieden wird.

2 weitere Ansprüche.

17a, 8. 488987. Absorptionskälteapparat. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 26. September 1922 ab.

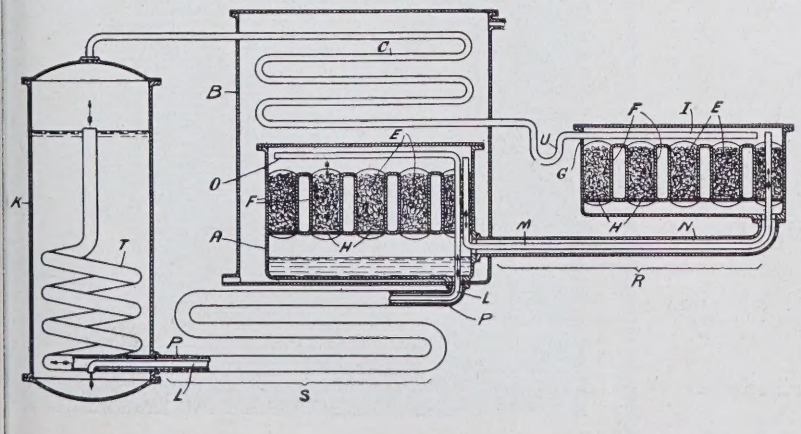
Patent-Ansprüche:

1. Ausschließlich durch Wärme betriebener kontinuierlich arbeitender Absorptionskälteapparat, bei welchem alle Räume in stets offener Gas- oder Flüssigkeitsverbindung miteinander stehen und ein Kältemittel, ein von ihm verschiedenes druckausgleichendes Gas und die Absorptionsflüssigkeit durch die bei Wärmezufuhr im Apparat entstehenden inneren Kräfte in geschlossenen Kreisläufen umgewälzt werden, und zwar das Kältemittel durch Entgasung und Wiederverflüssigung, das von ihm verschiedene druckausgleichende Gas durch Einwirkung des Kältemittels bzw. der Absorptionsflüssigkeit auf dieses Gas und die Absorptionsflüssigkeit durch infolge der Wärmezufuhr aus ihr entwickeltes Gas.

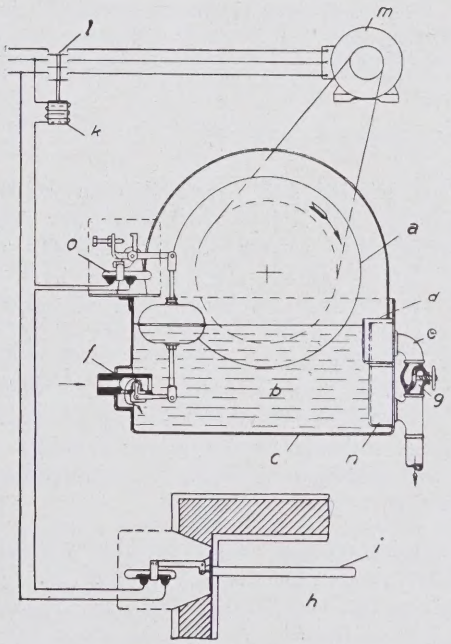
2. Absorptionskälteapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreislauf der Absorptionsflüssigkeit in einer vom Absorber kommenden Leitung durch Wärmezufuhr zu dieser bewirkt wird.

3. Absorptionskälteapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr der zur Flüssigkeitsförderung erforderlichen Wärmemenge zu der reichen Lösung vor ihrem Eintritt in den eigentlichen Kochraum, die Zufuhr der zur weiteren Austreibung des Kältemittels aus der reichen Lösung erforderlichen Wärmemenge dagegen im Kochraum selbst erfolgt.

3 weitere Ansprüche.




17a, 4. 489192. Kühlwassersteuerung für Kältemaschinen mit rotierendem Kondensator. Brown, Boveri & Cie Akt.-Ges. in Mannheim. Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. August 1928 ab.




Patent-Anspruch:

1. Kühlwassersteuerung für Kältemaschinen mit rotierendem, in das Kühlwasser (*b*) eintauchendem, Kondensator (*a*), dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des von dem Kondensator (*a*) mitgerissenen Kühlwassers einem Ablauf (*d*, *e*) zugeführt wird und daß durch ein Schwimmerventil (*f*) die abgelaufene Wassermenge automatisch durch frisch zulaufendes Kühlwasser ersetzt wird.

4 weitere Ansprüche.

17a, 4. 489193. Thermostatvorrichtung für Kühlschränke. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. März 1928 ab.

Die Erfindung bezieht sich auf Thermostateinrichtungen für Kühlschränke, bei denen der für das Arbeiten des Thermostaten erforderliche Impuls durch eine Volumenveränderung gegeben wird, die in einer Flüssigkeit bei deren Uebergang in festen Aggregatzustand eintritt, z. B. in Wasser beim Gefrieren zu Eis.

Die Erfindung besteht darin, daß ein in einem Kühlschrank angebrachter Fühlkörper, der die erwähnte Flüssigkeit, zweckmäßig Wasser, enthält, derart im Verhältnis zu einem im Kühlschrank angeordneten Verdampfer eines Kälteapparates oder einem mit dem Verdampfer in wärmeleitender Verbindung stehenden Kühlkörper angebracht ist, daß nur ein Teil des Fühlkörpers in direkt wärmeleitender Verbindung mit dem Verdampfer oder dessen Kühlkörper steht, während ein anderer Teil des Fühlkörpers unmittelbar von der Temperatur der Raumluft im Schrank beeinflußt wird. Wegen der in diesen Teilen herrschenden verschiedenen Temperaturen ist daher die Flüssigkeit im erstgenannten Teil in fester Form d. h. zu Eis gefroren, im letztgenannten Teil des Fühlkörpers jedoch in flüssiger Form. Deswegen wird der Thermostat teilweise von der Temperatur des Verdampfers bzw. dessen Kühlkörpers und teilweise von der hiervon stark abweichenden Temperatur der Raumluft im Kühlschrank beeinflußt. Ist z. B. der Kühlkörper oder der Verdampfer mit Vorrichtungen zur Eiserzeugung versehen, so muß in ihnen eine so niedrige Temperatur gehalten werden, daß eine Eiserzeugung stattfinden kann, beispielsweise $-10^0$ C. Im Kühlschrank hingegen soll die Raumluft zweckmäßig eine Temperatur von $+4^0$ haben. Durch Anordnung des Fühlkörpers gemäß der Erfindung können diese beiden stark voneinander abweichenden Temperaturen geregelt werden, da die Veränderung von jeder einzelnen dieser beiden den Fühlkörper beeinflussenden Temperaturen eine entsprechende Veränderung der im Fühlkörper eingeschlossenen Eismenge verursacht. Gleichzeitig erhält man eine große Betriebssicherheit und Gleichförmigkeit in der Betriebsweise des Thermostaten, da auch bei verhältnismässig kleinen Aenderungen einer der genannten Temperaturen große Kräfte für das Arbeiten des Thermostaten ausgelöst werden.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning**, Physik.-Techn. Reichsanstalt Berlin

Schriftführer: **A. Kaufmann**, Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **H. J. Heising**, Ing., Berlin NW 21 Rathenowerstr. 53. Postscheck-Konto: Deutsche Kälteverein Berlin 148122.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Direktor Prof Dr. **Fr. Henning**, Berlin.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dr.-Ing. e. h. **R. Pabst**, Köln
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler**, Köln

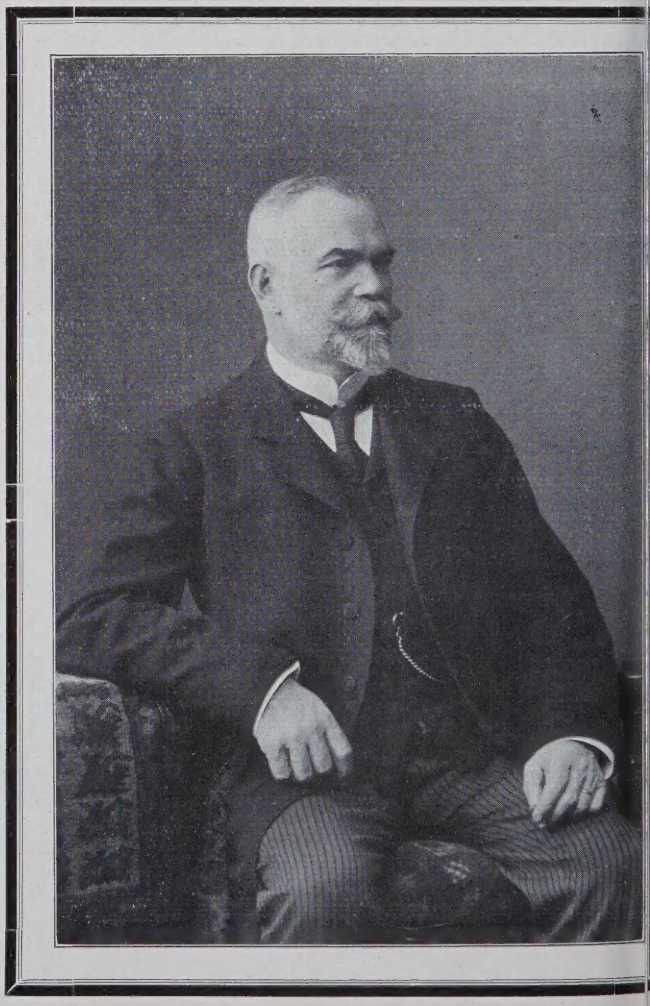
## Direktor Ernst Brandt †.

Schon wieder hat der Tod eine schmerzliche Lücke in unsere Reihen gerissen. Der allverehrte langjährige Schatzmeister des Hauptvereins und des Berliner Kälte-Vereins, Herr Direktor i. R. Ernst Brandt, der uns erst kürzlich in Stuttgart in Begleitung seiner ältesten Tochter durch sein gewohntes frisches Wesen erfreut hatte, ist in der Nacht vom 11. zum 12. Juli ds. Js. in der treuen Obhut seiner Gattin unerwartet einem Herzschlag erlegen. Noch am Vortage widmete er sich seiner geliebten Gartenarbeit und erledigte laufende Kassenangelegenheiten des Vereins.

Der Heimgegangene stand im Alter von 74 Jahren und zählte zu den Gründern des D. K. V., wie auch des Berliner Bezirks-Vereins, welchen Organisationen er mit kurzen Unterbrechungen als Vorstandsmitglied und zwar als Schatzmeister, angehörte. Und wie er als fachkundiger Ingenieur in seinem Sondergebiet der Isoliertechnik es als seine Aufgabe betrachtet hat, die Kälte- und Wärmeverluste auf das praktisch zulässige Maß zu beschränken, so hat er während seiner langen ehrenamtlichen Vereinstätigkeit auch die Belange der Vereine stets in musterhafter Pflichttreue gewahrt.

Sein freundliches, selbstloses Vorbild soll uns immer in dankbarer, treuer Erinnerung begleiten.

A. Kaufmann.



# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**9. Heft** **Berlin SW. 9, im September 1930** **37. Jahrgang**


Inhalt:


**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Die experimentellen Grundlagen der internationalen Temperaturskala im Bereich tiefer Temperaturen. Von F. Henning. S. 169. Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit. Von W. Meißner. S. 174. — Der Grad der Füllung und sein Einfluß auf die Leistung einer Ammoniakkältemaschine. Von Oberingenieur Karl Glässel, Cannstatt. S. 178. Die Milchkühlung. Von Ministerialrat Prof. Dr. R. v. Ostertag, Stuttgart. (Schluß). S. 181. — **Zeitschriftenbericht.** S. 185. — **Bücherbericht.** S. 186. **Kleine Mitteilungen.** S. 187. — **Patentberichte.** S. 187. **Deutscher Kälte-Verein.** S. 188.


# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Die experimentellen Grundlagen der internationalen Temperaturskala im Bereich tiefer Temperaturen.


Von F. Henning.


### 1. Einleitung.

Von Seiten des Leidener Kälte-Laboratoriums sind mehrfach[1]) Bedenken gegen die bisherigen experimentellen Grundlagen der internationalen Temperaturskala im Bereich tiefer Temperaturen erhoben worden. Die Bedenken beziehen sich darauf, daß die Interpolationsformel

$$(R_t/R_0 - 1)\frac{1}{\alpha} = t - \frac{t}{100}\left(\frac{t}{100} - 1\right)\left[\delta + \beta\,\frac{t}{100}\right] \qquad (1)$$

für das die Skala verkörpernde Platinwiderstandsthermometer wesentlich auf Messungen der Reichsanstalt beruht, die nicht vorschriftsmäßig durchgeführt seien, und daß die grundlegenden gasthermometrischen Beobachtungen der Reichsanstalt mit unzutreffenden Werten für die Spannungskoeffizienten der Gase berechnet seien. Es wird in Frage gestellt, ob Thermometer mit Platin verschiedener Reinheit genügend übereinstimmende Temperaturangaben liefern und ob man nach den internationalen Vorschriften zu Temperaturangaben gelangt, die mit der thermodynamischen Skala genügend in Einklang stehen.

### 2. Temperaturmessung mit dem Platinthermometer.

Nach den im Jahre 1927 international vereinbarten Vorschriften ist oberhalb $t = 0$ die Konstante $\beta$ der Formel (1) gleich 0 zu setzen und die Konstanten $\alpha$ und $\delta$ sind durch Eichung des Widerstandsthermometers am normalen Siedepunkt des Wassers (100,000°) und dem normalen Siedepunkt des Schwefels (444,60°) zu gewinnen. Mit Hilfe der so ermittelten Werte von $\alpha$ und $\delta$ ist dann die Konstante $\beta$ durch Eichung am normalen Siedepunkt des Sauerstoffes (—182,97°) abzuleiten. Nun ist in der Tat bei den beanstandeten Messungen der Reichsanstalt, die im Jahre 1913 veröffentlicht wurden[1]), nur bei einem Thermometer (Nr. 7) die Eichung wirklich am Schwefelpunkt vorgenommen, während bei den übrigen Thermometern (Nr. 1, 27, 29, 32) statt dessen der Zinkschmelzpunkt (419,4°) zur Eichung diente. Beide Eichpunkte wurden im Jahre 1913 als völlig gleichwertig angesehen, da ihre Temperaturwerte in genau derselben Weise auf die fundamentalen gasthermometrischen Beobachtungen[2]) zurückzuführen sind. Aber selbst wenn der Zinkpunkt in Vergleich zum Schwefelpunkt um 0,1° fehlerhaft bestimmt ist, so folgt daraus, wie eine einfache Rechnung lehrt, daß die Konstante $\beta$ nur um 0,008 Einheiten fehlerhaft berechnet wird, und daß im Bereich tiefer Temperaturen ein Maximalfehler von nur 0,012° (bei —125° C) entsteht. Nun aber wurde bei den Thermometern 29 und 32, die noch in unveränderter Weise erhalten sind, die Eichung am Schwefelpunkt noch nachträglich vorgenommen und gefunden, daß innerhalb der Fehlergrenzen die Bestimmung des $\delta$-Wertes durch Eichung am Zinkpunkt ein richtiges Ergebnis lieferte.

Zahlentafel 1 enthält die entsprechenden Zahlenangaben. Aus den zugleich bestimmten $\alpha$-Werten ist ersichtlich, daß sich diese Thermometer in der Zwischenzeit nicht verändert haben. Leider gilt das Gleiche nicht für das Thermometer Nr. 1. Thermometer Nr. 27 ist nicht mehr vorhanden. Bei den $\delta$-Werten ist in Klammern angegeben, ob die Eichung am Schwefelpunkt (*S*) oder am Zinkpunkt (*Zn*) vorgenommen wurde.

An den $\alpha$-Werten vom Jahre 1913 wurde eine Korrektion angebracht, auf die bereits früher[3]) hingewiesen wurde. Die $\delta$-Werte sind entsprechend zu korrigieren, darüber hinaus aber noch deswegen

[1]) W. H. Keesom und H. K. Onnes, Leiden Comm. Suppl. 51a. 1924. Die in dieser Veröffentlichung ausgesprochene Kritik stellt auch noch in jüngster Zeit die Auffassung des Leidener Instituts dar, wie dem Verfasser durch einen ihm zugänglichen Briefwechsel bekannt ist.

W. H. Keesom, Physica 9. 385—410. 1929; Leiden Comm. Suppl. 67b. 1929 und Trav. et Mém. du Bur. Int. 18, 100—101. 1930.

[1]) F. Henning, Ann. d. Phys. 40, 635, 1913.

[2]) L. Holborn und F. Henning, Ann. d. Phys. 35, 761. 1911.

[3]) F. Henning und W. Heuse, Zeitschr. f. Phys. 23, 99, 1924.

ein wenig abzuändern, weil im Jahre 1913 der normale Schwefelsiedepunkt noch zu 444,51° an Stelle des jetzt vereinbarten Wertes 444,60° angenommen wurde.

Zahlentafel 1.

| Die Konstanten $\alpha$ und $\delta$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Pt Th* Nr. | $100\,\alpha$ | | $\delta$ | |
| | 1913 | 1930 | 1913 | 1930 |
| 7 | 0,38870 | 0,38870 | 1,495 (*S*) | 1,495 (*S*) |
| 29 | 0,39146 | 0,39146 | 1,487 (*Zn*) | 1,485 (*S*) |
| 32 | 0,39137 | 0,39138 | 1,490 (*Zn*) | 1,490 (*S*) |

Das in Zahlentafel 1 dargestellte Ergebnis liefert die Berechtigung dafür, daß sich auch aus der für die Thermometer 1 und 27 im Jahre 1913 vorgenommenen Eichung richtige $\delta$-Werte herleiten lassen.

Von den hier genannten Platin-Widerstandsthermometern wurde das Widerstandsverhältnis $R_t/R_0$ am Sauerstoffpunkt nur bei Nr. 29 durch unmittelbaren Vergleich mit dem Sauerstofftensionsthermometer gewonnen. Nach voraufgegangenem Vergleich mit dem Gasthermometer diente Thermometer Nr. 29 im Jahre 1913 zur Bestimmung des Sauerstoffixpunktes. Die übrigen Platinthermometer wurden sowohl im Jahre 1913 als auch im Jahre 1930 in der Nähe von $-183^0$ in einem Bad von technisch reinem Sauerstoff mit Nr. 29 verglichen. Hierbei ergab sich eine ausgezeichnete Uebereinstimmung der beiden Vergleichsreihen, sodaß die Konstante $\beta$ mit einem hohen Grad von Sicherheit ableitbar ist. Die der weiteren Rechnung zu Grunde liegenden Konstanten der Thermometer sind in Zahlentafel 2 enthalten, in der auch die (abgekürzten) Werte der Widerstandsverhältnisse am Schwefel- und Sauerstoffpunkt aufgenommen sind, sowie diejenigen Werte für das Verhältnis, die nach den internationalen Bestimmungen noch zulässig sind.

Zahlentafel 2.

| *Pt Th* Nr. | $10^7 \cdot \alpha$ | $\delta$ | $\beta$ | $R_t/R_0$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *S*=Punkt | $O_2$=Punkt |
| 1 | 38620 | 1,513 | 0,1259 | 2,628 | 0,255 |
| 7 | 38870 | 1,495 | 0,1059 | 2,639 | 0,252 |
| 27 | 39127 | 1,494 | 0,1072 | 2,650 | 0,247 |
| 29 | 39146 | 1,487 | 0,1107 | 2,651 | 0,246 |
| 32 | 39137 | 1,490 | 0,1097 | 2,651 | 0,246 |
| soll sein | $\geqslant$39000 | — | — | $\geqslant$2,642 | $\leqslant$0,250 |

Man ersieht hieraus, daß die Thermometer Nr. 1 und 7 nach den internationalen Bestimmungen nicht zulässig sind und zwar Nr. 1 in stärkerem Maße als Nr. 7. Thermometer Nr. 1 ist englischen Ursprungs und wurde um das Jahr 1900 bezogen. Die übrigen Thermometer sind in der Reichsanstalt hergestellt. Der Platindraht stammt von der Firma W. C. Heraeus in Hanau und zwar ist der Draht von Nr. 7 älteren Datums als derjenige von Nr. 27, 29 und 32.

Mit den Konstanten der Zahlentafel 2 und Formel 1 sind nun die Beobachtungen mit den Platinthermometern vom Jahre 1914 von neuem berechnet worden. Es handelt sich a) um den Vergleich der Thermometer 29 und 32 mit dem Wasserstoffthermometer und b) um den Vergleich der verschiedenen Thermometer untereinander. Die Ergebnisse dieser Rechnung sind in den Zahlentafeln 3 und 4 enthalten.

Zu bemerken ist, daß hierbei die Angaben des Gasthermometers so reduziert wurden, daß die für Nr. 29 und 32 am Sauerstoffpunkt geltenden Widerstandsverhältnisse mit der international angenommenen Temperatur für diesen Fixpunkt ($-182{,}97^0$) in Uebereinstimmung gebracht werden. Zu dem Zweck war es nötig, die unmittelbaren Angaben des benutzten Wasserstoffthermometers bei $-183^0$ um $0{,}056^0$ zu erhöhen. Bei den übrigen Temperaturen wurde eine entsprechende Korrektion angebracht und

Zahlentafel 3.

| Vergleich der *Pt*-Therm. Nr. 29 und 32 mit dem Gastherm. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $t_g$ Gastherm. | $t_g - t_{Pt}$ Gastherm. — *Pt*-Therm. | | $t_g$ Gastherm. | $t_g - t_{Pt}$ Gastherm. — *Pt*-Therm. | |
| | Nr. 29 | Nr. 32 | | Nr. 29 | Nr. 32 |
| — 193,49 | — | — 0,01 | — 95,94 | + 0,01 | + 0,05 |
| — 193,43 | — 0,05 | — | — 83,91 | — | + 0,02 |
| — 182,95 | — | + 0,01 | — 82,13 | — | + 0,01 |
| — 182,93 | ± 0,00 | — | — 52,53 | — | — 0,03 |
| — 149,91 | — | + 0,02 | — 52,09 | — | — 0,10 |
| — 148,97 | ± 0,00 | — | — 51,97 | — 0,03 | — |
| — 148,31 | — 0,05 | ± 0,00 | — 50,24 | — | ± 0,00 |
| — 132,45 | — | — 0,08 | — 39,29 | — | + 0,03 |
| — 121,82 | + 0,01 | — 0,01 | — 34,73 | — 0,03 | — |
| — 109,49 | — | + 0,01 | — 34,38 | — | — 0,01 |
| — 104,17 | — | — 0,01 | — 27,46 | — | + 0,01 |
| — 103,46 | + 0,02 | — | — 21,73 | — | — 0,01 |
| — 100,65 | — | + 0,01 | | | |

Zahlentafel 4.

Vergleich von Platintherm. verschied. Reinheit

| $t_M$ Mitteltemper. aus *Pt*-Therm. Nr. 29 u. Nr. 32 | $t_{Pt} - t_M$ Temp. Diff. eines *Pt*-Therm. gegen $t_M$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nr. 32 | Nr. 29 | Nr. 27 | Nr. 7 | Nr. 1 |
| — 192,182 | — 0,007 | + 0,007 | — | — 0,015 | + 0,031 |
| — 192,108 | — 0,011 | + 0,012 | + 0,018 | — | — |
| — 182,864 | — 0,010 | + 0,011 | — | ± 0,000 | ± 0,000 |
| — 182,850 | — 0,004 | + 0,003 | ± 0,000 | — | — |
| — 144,234 | + 0,001 | — 0,002 | — | + 0,036 | — 0,036 |
| — 142,885 | — 0,002 | + 0,002 | — 0,006 | — | — |
| — 104,590 | + 0,003 | — 0,002 | — | + 0,005 | — 0,056 |
| — 103,960 | — 0,002 | + 0,003 | — 0,008 | — | — |
| — 53,496 | — 0,006 | + 0,006 | — | + 0,021 | — 0,016 |
| — 53,242 | — 0,003 | + 0,004 | — 0,001 | — | — |

ihre Größe proportional mit $\frac{t\,(t-100)}{T}$ angenommen.

Aus den Zahlentafeln ist ersichtlich, daß die Thermometer Nr. 29 und 32 im Mittel auf etwa $\pm 0{,}03^0$ mit dem Gasthermometer übereinstimmen. Die Uebereinstimmung der Thermometer 27, 29 und 32 untereinander ist erheblich besser und mit etwa $\pm 0{,}007^0$ anzugeben. Weniger günstig ist das Ergebnis bezüglich der international nicht mehr zulässigen Thermometer 1 und 7.

Die Grenze für die Meßgenauigkeit bildet die Gleichförmigkeit der Temperatur des Bades, in dem die Vergleichung der Thermometer vorgenommen wird. Nach Ansicht des Leidener Laboratoriums ist der Anschluß eines Platinthermometers an das Gasthermometer unterhalb $0^0$ mit eines Genauigkeit von $\pm 0{,}014^0$ ausführbar. Unsere Messungen erfüllen zwar diese Forderung nicht; sie sind aber frei von systematischen Abweichungen.

Von dem Leidener Laboratorium ist aber ein prinzipielles Bedenken gegen die Gültigkeit der Formel 1 erhoben worden, indem zwei im dortigen Laboratorium in gleicher Weise hergestellte und an den vorgeschriebenen Punkten geeichte Widerstandsthermometer mit Platin verschiedener Herkunft am normalen Sublimationspunkt der Kohlensäure (der zu $-79{,}51^0$ angenommen wird) erheblich abweichende Temperaturangaben lieferten. Die hierauf bezüglichen Daten sind in Zahlentafel 5 zusammengestellt. Die Widerstandsspule des Thermometers Nr. 39 ist aus deutschem Platin, diejenige von Thermometer Nr. 41 aus amerikanischem angefertigt.

Zahlentafel 5.

| *Pt Th* Nr. | $10^7\alpha$ | $\delta$ | $\beta$ | $R_t/R_0$ | | $CO_2$-Punkt | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | S-Punkt | $O_2$-Punkt | berechn. | Fehler |
| 39 | 39 119 | 1,553 | 0,0756 | 2,646 | 0,248 | $-78{,}26^0$ | $+0{,}25^0$ |
| 41 | 39 231 | 1,541 | 0,0801 | 2,652 | 0,245 | $-78{,}34$ | $+0{,}17$ |

Es fällt auf, daß abgesehen von dem überraschenden Ergebnis der Temperaturmessung bei ganz normalen $\alpha$-Werten die $\delta$-Werte der Thermometer erheblich höher liegen, als sie jemals beobachtet wurden. Durch freundliches Entgegenkommen von Herrn Prof. Keesom konnte das Thermometer Nr. 39 auch in der Reichsanstalt gemessen werden. Es zeigte sich, daß sich seine Konstanten nicht einwandfrei bestimmen ließen, da der Widerstand am Eispunkt nach Erwärmen auf den Schwefelsiedepunkt beträchtlich (entsprechend einer Temperaturänderung von $0{,}12^0$) anstieg. Als Grund für dieses ungünstige Verhalten wurde die von der Methode der Reichsanstalt abweichende Art der Verbindung des Platindrahtes mit den Zuleitungen erkannt. Der erhobene Einwand gegen die Gültigkeit der Gleichung 1 dürfte damit entkräftet sein.

### 3. Unterschiede der gasthermometrischen Skalen.

Die Kritik des Leidener Laboratoriums bezieht sich aber nicht nur auf das Platinthermometer, sondern auch auf das Gasthermometer und die Art und Weise, wie durch dieses Instrument der Uebergang zur thermodynamischen Skala (mit der die Avogadrosche Skala als übereinstimmend anzusehen ist) gefunden wurde. Herr Keesom hat, besonders in Rücksicht auf seine frühere Bestimmung des Sauerstoffsiedepunktes die Ansicht vertreten, daß die in der Skala der Reichsanstalt bezw. der internationalen Skala geeichten Platinthermometer den Anschluß an die Avogadrosche Skala nur mit einer Sicherheit von $\pm 0{,}04^0$ verbürgt erscheinen lassen, während die Genauigkeit bei Eichung in der Leidener Skala mit $\pm 0{,}017^0$ anzugeben sei. Diesen Umstand betrachtet er als Grund dafür, daß das Leidener Laboratorium die internationale Skala nicht annehmen könne.

Zur Klärung der Sachlage muß auf die gasthermometrischen Messungen näher eingegangen werden. Hierbei sind zwei Punkte zu unterscheiden, a) die unmittelbare Meßgenauigkeit des Gasthermometers, b) die Reduktion seiner Angaben auf die thermodynamische Skala.

Für den ersten Punkt ist der Spannungskoeffizient $\beta$ (es ist leider üblich, in den Gleichungen für das Gasthermometer und für das Widerstandsthermometer die gleichen Bezeichnungen $\alpha$ und $\beta$ zu verwenden) des Meßgases entscheidend. Er hängt nicht nur von der Art des Gases ab, sondern auch von dessen Dichte bzw. Druck $p_0$ bei $0^0$ C. Die relative Meßgenauigkeit von $\beta$ ist bei Ausschluß systematischer

Fehler auf $\frac{\triangle \beta}{\beta} = \pm 0{,}9 \cdot 10^{-4}$ zu schätzen, sodaß die Temperatur $t_v$ mit einem Gasthermometer konstanten Volumens kaum genauer als

$$\triangle t_v = - t_v \cdot \frac{\triangle \beta}{\beta} = \pm 0{,}9 \cdot 10^{-4}\ t_v$$ angegeben werden kann. Für den Sauerstoffpunkt erhält man also $\triangle t_v = \pm 0{,}018^0$. Die Ermittelung systematischer Fehler in $\beta$ ist prinzipiell im Anschluß an die Beobachtungen über die *pv*-Isothermen der Gase möglich. Nachdem durch die Beobachtungen von Heuse und Otto [1]) nunmehr feststeht, daß (im Gegensatz zu früheren als nicht einwandfrei erkannten Versuchen) [2]) im Gebiet der gasthermometrischen Drucke $p$ die $pv$-Werte auf den Isothermen als lineare Funktionen von $p$ verlaufen, läßt sich der Koeffizient $\beta$ bis auf eine additive Konstante $\gamma$ nach der Beziehung

$$\beta = \gamma + \frac{p_0}{100}\,[k_{100} - k_0]\,(1 + 100\,\beta) = \gamma + b \cdot p_0 \quad (2)$$

ermitteln, wenn man mit

$$k_t = \left(\frac{dpv}{dp}\right)_{t,\ p\ =\ o} \quad (3)$$

den Grenzwert (für $p = o$) der Neigung der $t^0$-Isothermen bezeichnet. Die Konstante $\gamma$, auf deren Bestimmung es ankommt, und die dem Spannungskoeffizienten eines Gases von unendlich geringem Druck entspricht, ist noch in einer zweiten Gleichung enthalten, die entsprechend Gleichung (2) für den Ausdehnungskoeffizienten des Gases gilt. Sie lautet:

$$\alpha = \gamma + \frac{p_0}{100}\,[k_{100} - (1+100\alpha)\,k_0] = \gamma + a \cdot p_0 \quad (4)$$

Man verfährt nun zweckmäßig so, daß man mit Hilfe der Isothermenneigungen $k$ aus allen zuverlässigen Bestimmungen der Ausdehnungs- und Spannungskoeffizienten den wahrscheinlichsten Wert für die Konstante $\gamma$ ableitet. Dann gewinnt man aus dem Unterschied, den die Einzelbestimmung gegen diesen Mittelwert liefert, ein Urteil über den gesuchten systematischen Fehler.

Von allen bisher bekannten Bestimmungen der Neigungswerte sind die von Holborn und Otto [3]) bezw. Heuse und Otto [4]) in der Reichsanstalt ermittelten am genauesten. In der Zahlentafel 6 sind diese Werte für $0^0$ und $100^0$ sowie die zugehörigen Koeffizienten $a$ und $b$ der Gleichungen (3) und (4) dargestellt.

Zahlentafel 6.

| Gas | $k_0 \cdot 10^5$ | $k_{100} \cdot 10^5$ | $a \cdot 10^7$ | $b \cdot 10^7$ |
|---|---|---|---|---|
| Helium | + 69,5 | + 67,5 | — 27,4 | — 2,7 |
| Wasserstoff | + 82,1 | + 90,7 | — 21,4 | + 11,7 |
| Neon | + 61,3 | + 72,2 | — 11,5 | + 14,9 |
| Stickstoff | — 62,7 | + 37,8 | + 123,5 | + 137,4 |

Mit diesen Zahlen sind alle im Folgenden berechneten $\gamma$-Werte gewonnen. Zahlentafel 7 enthält alle diejenigen Werte, die sich auf die verschiedenen Beobachtungsreihen der Reichsanstalt beziehen.

[1]) W. Heuse u. J. Otto, Ann. d. Phys. **2**, 1012. 1929.
[2]) W. Heuse, Zs. f. Phys. **37**, 157, 1926.
[3]) L. Holborn u. J. Otto, Zs. f. Phys. **33**, 9. 1925 u. **38**, 365. 1926.
[4]) W. Heuse u. J. Otto l. c.

Zahlentafel 7.

Die $\gamma$-Werte der Reichsanstalt.

| | $\gamma \cdot 10^7$ aus $\alpha$ | $\gamma \cdot 10^7$ aus $\beta$ | $\triangle\gamma \cdot 10^7$ | $\gamma \cdot 10^7$ Mittel |
|---|---|---|---|---|
| Theoretische Meßgenauigkeit $\pm 4 \cdot 10^{-7}$ | | | | |
| 1921 He, $H_2$, $N_2$ $\alpha$, $\beta$ je 10 Werte | 36611,1 | 36602,9 | + 8,2 | 36607,0 |
| 1926 Ne $\alpha$, $\beta$ je 2 Werte | 36613,2 | 36596,8 | + 16,4 | 36605,0 |
| 1929 He, $H_2$, $N_2$ $\alpha$, $\beta$ je 12 Werte | 36609,2 | 36608,0 | + 1,2 | 36608,6 |
| | | | Mittel | 36607,7 |

Der Kürze halber sind hier nur die Mittelwerte gegeben; wegen der Einzelwerte darf auf die ausführliche Veröffentlichung verwiesen werden.[1]) Zu bemerken ist, daß durchweg die aus dem Ausdehnungskoeffizienten berechneten $\gamma$-Werte höher liegen als die aus dem Spannungskoeffizienten gewonnenen. Bei den Reihen vom Jahre 1929 und 1930, deren $\alpha$- und $\beta$-Werte nach einer anderen Meßmethode bestimmt wurden als die Werte von 1921 und 1926, liegen diese Unterschiede aber innerhalb der Versuchsfehler. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß das Mittel der aus den $\alpha$- und $\beta$-Koeffizienten errechneten $\gamma$-Werte bei allen Reihen befriedigend übereinstimmt, insbesondere wenn man die nur das Neon betreffende Reihe von 1926 weniger bewertet.

Die Reichsanstalt sieht auf Grund ihrer eigenen Bestimmungen den Wert

$$\gamma = 36608 \cdot 10^{-7}$$

als die wahrscheinlichste Zahl für diese Konstante an, deren reziproker Betrag

$$T_0 = \frac{1}{\gamma} = 273{,}16^0$$

die absolute Temperatur des Eispunktes darstellt.

Allein auf Grund der ersten Beobachtungsreihe (vom Jahre 1921) wurde früher als wahrscheinlichster Wert $\gamma = 36604 \cdot 10^{-7}$ und $T_0 = 273{,}20^0$ angegeben. Diese Zahlen wurden durch graphische Extrapolation der für verschiedene Drucke $p_0$ beobachteten Koeffizienten $\alpha$ und $\beta$ auf den Druck $p_0 = 0$ ermittelt. Das jetzt eingeschlagene Rechenverfahren ist genauer; es war damals nicht anwendbar, weil die Neigungswerte $k_t$ noch nicht genügend genau bekannt waren.

Da das Leidener Institut bis vor kurzem den Grenzwert $\gamma = 36618 \cdot 10^{-7}$ als richtig erachtete, so vermutete Keesom, daß in der Reihe vom Jahre 1921 die Messung der $\beta$-Werte, insbesondere diejenigen für Helium, fehlerhaft seien, und daß darum in den mit dem Heliumthermometer konstanten Volumens vorgenommenen Temperaturmessungen der Reichsanstalt nicht unwesentliche Fehler vorhanden

[1]) F. Henning u. W. Heuse, Zs. f. Phys. **5**, 285. 1921. W. Heuse l. c., W. Heuse u. J. Otto l. c. und Ann. d. Phys. **4**, 778. 1930.

seien. Um seine Ansicht zu stützen, führte er eine Reihe von Beobachtungen aus anderen Laboratorien an. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen[1]) sind in Zahlentafel 8 zusammengestellt, und in derselben Weise wie die Zahlen der Zahlentafel 7 berechnet.

Zahlentafel 8.

| Gesamtheit der $\gamma$-Werte. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Autor | Gase | Zahl der Werte | Gewicht | $10^7\ \gamma$ |
| Chappuis z. T. mit Harker 1900-1917 | $H_2$, $N_2$ | 15 | 123 | 36612,6 |
| Leiden 1900-1929 | He, $H_2$ | 3 | 31 | 36614,0 |
| Reichsanstalt 1921-1930 | He, $H_2$, $N_2$, Ne | 50 | 362 | 36607,7 |
| Eumorfopoulos 1908 | $N_2$ | 2 | 12 | 36604,7 |
| Day u. Clement 1908 | $N_2$ | 4 | 26 | 36598,2 |
| Keyes u. Mitarb. 1922 | $N_2$ | 1 | 7 | 36606 |

Hinzugefügt sind nur noch die inzwischen veröffentlichten Beobachtungen von Keesom und van der Horst[2]) über den Spannungskoeffizienten des Heliums sowie einige von Chappuis[3]) gewonnenen Werte, die in der holländischen Zusammenstellung unberücksichtigt geblieben sind. Für die Beobachtungen der Reichsanstalt findet sich in Zahlentafel 8 die Schlußzahl der Zahlentafel 7 wieder. Das Gewicht jeder Einzelbeobachtung ist proportional dem Anfangsdruck $p_0$ gesetzt und zwar wurde dem Anfangsdruck $p_0 = 1$ m Hg das Gewicht 10 erteilt. Dementsprechend ist auch das Gewicht der Mittelwerte errechnet.

Aus Zahlentafel 8 ersieht man, daß die Reichsanstalt doppelt so viel Einzelbeobachtungen aufzuweisen hat wie alle anderen Beobachter zusammen. Ferner ersieht man, daß sich nach den Leidener Messungen der höchste $\gamma$-Wert ergibt. Es soll davon Abstand genommen werden, einen wahrscheinlichsten Mittelwert aus allen Beobachtungen zu bilden, vielmehr sei nur darauf hingewiesen, daß sich in letzter Zeit der Abstand zwischen dem Leidener und dem Charlottenburger $\gamma$-Wert wesentlich vermindert hat. Während vor etwa zwei Jahren in Leiden noch $\gamma = 36618 \cdot 10^{-7}$ und in Charlottenburg $\gamma = 36604 \cdot 10^{-7}$ als richtig angesehen wurde, ist inzwischen der Leidener Wert durch neue experimentelle Untersuchungen auf $\gamma = 36614 \cdot 10^{-7}$, und der Charlottenburger Wert, der sich allein durch eine damals noch nicht mögliche bessere Berechnungsweise auf $\gamma = 33607 \cdot 10^{-7}$ erhöht, durch neue Messungen auf $\gamma = 36608 \cdot 10^{-7}$ abgeändert worden.

[1]) P. Chappuis, Trav. et Mém. du Bur. Int. **6**, 1888; **13**, 1907.
P. Chappuis und J. A. Harker, ibid. **12**, 1902 und Phil. Trans. **194**, 37, 1900.
H. Kamerlingh Onnes und Boudin, Leiden Comm. 50. 1900.
N. Eumorfopoulos, Proc. Roy. Soc. **81**, 339, 1908.
A. L. Day und J. K. Clement, Am. Journ. of Sc. 26, 405, 1908.
F. G. Keyes, B. Townshend und L. H. Young, Journ. Math Phys. Massachus. Inst. Tech. **1**, 243, 1922.

[2]) W. H. Keesom und H. van der Horst Leiden Comm. 188 a. 1928.

[3]) P. Chappuis, Trav. et Mém. du Bur. Int. **16**, 1917.

Den noch verbleibenden systematischen Unterschied aufzuklären, wird Aufgabe der Zukunft sein müssen. Man wird das Augenmerk unter anderm darauf richten müssen, daß bei den Messungen im Leidener Laboratorium das Gefäß des Gasthermometers aus Glas $16^{III}$ bestand, für das der thermische Ausdehnungskoeffizient nach verschiedenen Methoden nicht übereinstimmend gefunden wurde, während in der Reichsanstalt Glas $59^{III}$ Verwendung fand, bei dem keine Zweifel wegen des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen.

### 4. Der Sauerstoffpunkt.

Durch die Berechnung der $\gamma$-Werte ist die endgültige Entscheidung darüber, welche der beiden Skalen die zuverlässigere ist, vorläufig nicht zu gewinnen. Aber es scheint, daß man auch nicht berechtigt ist, den Unterschied der Skalen allein durch den $\gamma$-Wert zu kennzeichnen. Vielmehr muß man zu der Ueberzeugung kommen, daß noch andere, bisher nicht erkannte Umstände die Temperaturangabe beeinflussen. Dies wird deutlich an dem Beispiel des normalen Siedepunktes von Sauerstoff. Die für diesen Fixpunkt in Leiden und Charlottenburg ermittelten Werte sind in Zahlentafel 9 zusammengestellt.

Zahlentafel 9.

| Der Sauerstoffpunkt | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Jahr | Autor | Gas | $10^7\ \gamma$ | $t$ |
| a) Leiden, Gefäß aus Glas $16^{III}$ | | | | |
| 1908 | Onnes und Braak | $H_2$ | 36613 | −182,97 |
| 1918 | Cath | He | 36614 | −182,954 |
| 1929 | Keesom u. Mitarb. | He | 36614 | −182,977 |
| | | | Mittel | $-182{,}97 \pm 0{,}01$ |
| b) Charlottenburg, Gefäß aus Glas $59^{III}$ | | | | |
| 1914 | Henning | $H_2$ | 36603 | −182,974 |
| 1924 | Henning und Heuse | He | 36603 | −183,026 |
| 1924 | (2 Gasthermometer | He | 36603 | −182,975 |
| 1924 | und | He | 36603 | −182,989 |
| 1924 | 4 Füllungen) | He | 36603 | −183,008 |
| | | | Mittel | $-182{,}99 \pm 0{,}02$ |

Die Zahlen der holländischen Beobachter sind der Veröffentlichung von Keesom und van der Horst entnommen. Die Zahlen der Reichsanstalt schließen sich an die von Henning und Heuse[1]) gegebene Zusammenstellung an. Es wurde entsprechend den weiter unten folgenden Darlegungen bei diesen Zahlen die Korrektion auf die thermodynamische Skala bei einem Anfangsdruck $p_0 = 1000$ mm Hg für das Heliumthermometer zu $\triangle t = 0{,}019^0$ und für das Wasserstoffthermometer zu $\triangle t = 0{,}044^0$ angesetzt. Die holländischen Beobachter haben Korrektionen angewandt, die sich von diesen nur unwesentlich unterscheiden. Bemerkenswert ist aber, daß in beiden Laboratorien mit nicht unwesentlich verschiedenen Spannungskoeffizienten gerechnet wurde, was in der Zahlentafel in den $\gamma$-Werten zum Ausdruck kommt, die aus den Spannungskoeffizienten nach den oben näher bezeichneten Methoden berechnet sind. Würde man die Werte der Reichsanstalt auf den jetzt als

[1]) F. Henning und W. Heuser, ZS. f. Phys. **23**, 105, 1924.

richtig erkannten Koeffizienten $\gamma = 0{,}0036608$ beziehen, so erhielte man für den Sauerstoffpunkt $t = -182{,}97^0$ in vollkommenen Einklang mit dem Resultat der Leidener Messungen; diese gute Uebereinstimmung ist aber nur scheinbar, denn wenn man auch die Leidener Beobachtungen mit demselben Koeffizienten berechnen wollte wie die Charlottenburger, so würde man für jene $t = -183{,}00^0$ anstatt wie bisher $t = -182{,}97^0$ erhalten.

Historisch muß noch folgendes bemerkt werden: Bei den entscheidenden Besprechungen über die internationale Temperaturskala im Sept. 1927 lagen für den Sauerstoffpunkt der Charlottenburger Wert $t = -183{,}00^0$ und der Leidener Wert $-183{,}95^0$ vor. Um dem Leidener Institut den Beitritt zur internationalen Skala zu erleichtern, wurde der Mittelwert $-182{,}97^0$ vorgeschlagen und im Oktober desselben Jahres von der Conférence Générale in Paris angenommen. Wenn Herr Keesom noch im Jahre 1929 betonte, daß er die internationale Skala nicht annehmen könne, weil die Leidener Skala besser mit der thermodynamischen übereinstimme, so kann diese Behauptung nach den letzten Leidener Messungen jedenfalls nicht mehr für den Sauerstoffpunkt gelten.

### 5. Die Korrektion der gasthermometrischen Angaben auf die thermodynamische Skala.

Der Unterschied $t_v - t$ zwischen den Angaben $t_v$ eines Gasthermometers konstanten Volumens vom Anfangsdruck $p_0$ und der thermodynamischen Skala ($t$) wird mit Hilfe der Isothermenneigungen $k_0$, $k_{100}$ und $k_t$ mit genügender Genauigkeit durch die Beziehung

$$t_v - t = p_0 \left[ T_0 \frac{t-100}{100} k_0 - \frac{T_0 + 100}{110} t \cdot k_{100} + T \cdot k_t \right]$$

gegeben. Da die einzelnen Glieder in der Klammer im allgemeinen wechselnde Vorzeichen haben, so müssen die Isothermenneigungen möglichst frei von zufälligen Fehlern bekannt sein. Es ist darum erwünscht, $k_t$ explizit als Funktion von $t$ darzustellen. Eine solche Funktion, die den Beobachtungen der Reichsanstalt in vorzüglicher Weise gerecht wird,[1]) und zugleich erkennen läßt, wieviel weniger diese Beobachtungsergebnisse streuen als die entsprechenden Meßwerte des Leidener Institutes,[2]) ist von Holborn und Otto aufgestellt worden. Sie lautet:

$$k_t = a + bT + \frac{c}{T} + \frac{e}{T^3}$$

Setzt man diese Beziehung in die obige Gleichung ein, so erhält man

$$t_v - t = p_0 \, t \, (t-100) \left[ b + e \, \frac{T_0 \, T_{100} + T \, (T_0 + T_{100})}{T_0^2 \cdot T_{100}^2 \cdot T^2} \right].$$

Die Glieder in dem Ausdruck für die Isothermenneigung, welche $a$ und $c$ enthalten, fallen hier also fort.

Zahlentafel 10 enthält die für Helium und Wasserstoff geltenden Koeffizienten $b$ und $e$ sowie die Differenz $t - t^v$ für den Fall, daß $p_0 = 1000$ mm Hg gesetzt wird.

[1]) Holborn und Otto, Zs. f. Phys. **30**, 321, 1925.

[2]) vgl. J. Otto, Handbuch der Experimentalphysik Bd. 8, Teil 2, S. 183 ff. 1929.

Zahlentafel 10.

| | He | $H_2$ |
|---|---|---|
| b. $10^5$ | — 0,0354 | — 0,0814 |
| $e$ | — 2,10 | — 22,4 |
| $t$ | $t - t_v$ | |
| $0^0$ | $\pm$ 0,000$^0$ | $\pm$ 0,000$^0$ |
| — 50 | + 0,003 | + 0,006 |
| — 100 | + 0,007 | + 0,017 |
| — 150 | + 0,013 | + 0,031 |
| — 183 | + 0,019 | + 0,044 |
| — 200 | + 0,022 | + 0,052 |
| — 250 | + 0,035 | — |

### 6. Zusammenfassung.

Zusammenfassend darf gesagt werden, daß nach den Messungen der Reichsanstalt folgende Punkte sicher gestellt sind:

a) Innerhalb der bisher erreichten Meßgenauigkeit von $\pm 0{,}03^0$ ist die international angenommene Beziehung zwischen dem Widerstand des Platindrahtes und der gasthermometrisch bestimmten Temperatur in dem Temperaturbereich von $-190$ bis $0^0$ zutreffend.

b) Nach den internationalen Vorschriften geeichte Widerstandsthermometer aus Platin verschiedener Reinheit führen innerhalb $\pm 0{,}01^0$ zu übereinstimmenden Temperaturangaben.

c) Die für den Sauerstoffpunkt international angenommene Zahl stimmt innerhalb der gasthermometrischen Meßgenauigkeit ($\pm 0{,}02^0$) mit der thermodynamischen Skala überein.

d) Die Reduktion der Skalen der gebräuchlichen Helium- und Wasserstoffthermometer auf die thermodynamische Skala ist mit einer Genauigkeit von wenigen tausendstel Graden bekannt.

## Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit.

(Zum Teil nach Messungen mit H. Franz).

(Mitteilung aus der Physikalisch-Techn. Reichsanstalt).

Von W. Meißner.

Vortrag auf der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Stuttgart 1930.

Als ich 1926 in der Reichsanstalt mit Versuchen über die Supraleitfähigkeit, d. h. das völlige Verschwinden des elektrischen Widerstandes begann, war es nicht unwahrscheinlich, daß sie auf die wenigen reinen Metalle, bei denen man sie in Leiden gefunden hatte, beschränkt wäre, nämlich auf Blei Pb, Quecksilber Hg, Zinn Sn, Indium In, Thallium Tl. Ihre Sprungpunkte, d. h. die Temperaturen, bei denen ihr Widerstand von einem durchaus meßbaren Betrag innerhalb eines kleinen Temperaturintervalls auf einen unmeßbaren Betrag abfällt, sind 7,3; 4,2; 3,7; 3,4; 2,5$^0$ abs. Die Annahme, daß nur diese reinen Metalle supraleitend würden, wurde dadurch gestützt, daß diese Elemente im periodischen System der Elemente nahe beisammen liegen und daß die Elektronengruppierung nach Bohr bei ihnen eine besondere ist. Ihre Atome haben in ihren äußersten Schalen 2,3 oder 4 Elektronen, in der nächsten Schale 18 Elektronen, wie von den Leidener Physikern betont wird. Zahlentafel 1 und 2 veranschaulichen dies.

## Zahlentafel 1.

### Periodisches System der Elemente.

Die Zahlen vor den Elementsymbolen sind die Ordnungszahlen, die Zahlen darunter die praktischen Atomgewichte.

| Periode | | I. Gruppe | II. Gruppe | III. Gruppe | IV. Gruppe | V. Gruppe | VI. Gruppe | VII. Gruppe | VIII. Gruppe | 0. Gruppe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 H 1,008 | | | | | | | | | 2 He 4,00 |
| I | | 3 Li 6,94 | 4 Be 9,02 | 5 B 10,82 | 6 C 12,00 | 7 N 14,008 | 8 O 16,000 | 9 F 19,00 | | 10 Ne 20,2 |
| II | | 11 Na 23,00 | 12 Mg 24,32 | 13 Al 26,97 | 14 Si 28,06 | 15 P 31,04 | 16 S 32,07 | 17 Cl 35,46 | | 18 Ar 39,94 |
| III | | 19 K 39,10 | 20 Ca 40,07 | 21 Sc 45,10 | 22 Ti 47,90 $^{0}$ 1,1 | 23 V 51,0 ? $^{0}$ 1,1 | 24 Cr 52,01 | 25 Mn 54,93 | 26 Fe 55,84 27 Co 58,97 28 Ni 58,68 | |
| | | 29 Cu 63,57 | 30 Zn 65,37 | $^{0}$ 1,1 31 Ga 69,72 | 32 Ge 72,60 | 33 As 74,06 | 34 Se 79,2 | 35 Br 79,92 | ? $^{0}$ 2,0 | 36 Kr 82,9 |
| IV | | 37 Rb 85,5 | 38 Sr 87,6 | 39 Y 89,0 | 40 Zr 91,2 | 41 Nb 93,5 $^{0}$ 8,5 | 42 Mo 96,0 | 43 Ma | 44 Ru 101,7 45 Rh 102,9 46 Pd 106,7 | |
| | | 47 Ag 107.88 | 48 Cd 112,4 | $^{0}$ 3,4 49 In 114,8 | $^{0}$ 3,7 50 Sn 118,7 | 51 Sb 121,8 | 52 Te 127,5 | 53 J 126,92 | | 54 X 130,2 |
| V | | 55 Cs 132,8 | 56 Ba 137.4 | 57 La 138,9 | 58 Ce 140,2 | 59 Pr 140,9 | 60 Nd 144,3 | 61 Il | 62 Sm 150,4 63 Eu 152,0 64 Gd 157,3 65 Tb 159,2 66 Dy 162,5 | |
| | | 67 Ho 163,5 | 68 Er 167,7 | 69 Tu 169,4 | 70 Yb 173,5 | 71 Cp 175,0 | 72 Hf 178,6 | 73 Ta 181 5 $^{0}$ 4,4 | 74 W 184,0 | 75 Re | 76 Os 190,9 77 Ir 193,1 78 Pt 195,2 | |
| | | 79 Au 197,2 | $^{0}$ 4,2 80 Hg 200,6 | $^{0}$ 2,5 81 Tl 204,4 | $^{0}$ 7.3 82 Pb 207,2 | 83 Bi 209,0 | 84 Po (210) | 85 — | | 86 Em 222 |
| VI | | 87 — | 88 Ra 226,0 | 89 Ac (230) | 90 Th 232,1 $^{0}$ 1,3 | 91 Pa (234) | 92 U 238,2 | | | |

Supraleiter (unterstrichene Elemente) und ihre Sprungtemperaturen in $^{0}$abs.

## Zahlentafel 2.

| Atom-Nr. | Element | Elektronen in den Schalen K $1_1$ | L | M | N $4_1$ $4_2$ | O $5_1$ $5_2$ | P $6_1$ $6_2$ | Q $7_1$ | Spr. Temp. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | Ti | 2 | 8 | 10 | (2) | | | | 1,1 |
| (23) | (V) | 2 | 8 | 11 | (2) | | | | < 1,1 ? |
| 31 | Ga | 2 | 8 | 18 | 2 1 | | | | 1,1 |
| 41 | Nb | 2 | 8 | 18 | 11 | (2) | | | 8,5 |
| (44) | (Ru) | 2 | 8 | 18 | 14 | (2) | | | 2,0 |
| 49 | In | 2 | 8 | 18 | 18 | 2 1 | | | 3,4 |
| 50 | Sn | 2 | 8 | 18 | 18 | 2 2 | | | 3,7 |
| 73 | Ta | 2 | 8 | 18 | 32 | 11 | 2 | | 4,4 |
| 80 | Hg | 2 | 8 | 18 | 32 | 18 | 2 | | 4,2 |
| 81 | Tl | 2 | 8 | 18 | 32 | 18 | 2 1 | | 2,5 |
| 82 | Pb | 2 | 8 | 18 | 32 | 18 | 2 2 | | 7,3 |
| 90 | Th | 2 | 8 | 18 | 32 | 18 | 10 | (2) | 1,3 |

Elektronengruppierung in supraleitenden Elementen.

In Tabelle 2 bedeutet K die innerste, L die zweite, M die dritte Elektronenschale usw. Die Zahlen $1_1$, $4_1$, $4_2$ usw. bedeuten die Quantenzahlen, durch die die Elektronenbahnen bestimmt sind. Bei Zinn haben in der O-Schale z. B. zwei Elektronen eine $5_1$-Bahn, 2 Elektronen eine $5_2$-Bahn, so daß zusammen 4 Elektronen in der O-Schale sind. Bei einzelnen Elementen sind die Zahl der Elektronen in der äußersten Schale nicht ganz sicher bekannt oder wechselnd, weshalb diese Zahlen bei ihnen eingeklammert sind.

Immerhin schien mir die Anschauung, daß nur eine bestimmte Gruppe von Metallen supraleitend würde, nicht gesichert genug. Deshalb führte ich in den folgenden Jahren systematische Versuche darüber aus, ob etwa alle Metalle supraleitend würden, wenn man sie als Einkristalle und in sehr reinem Zustand untersucht. Dabei zeigte sich einerseits, daß sehr große Reinheit und Einkristallform nicht nötig ist für den Eintritt der Supraleitfähigkeit. Andererseits fand ich aber eine Reihe neuer Metalle, die supraleitend werden. Es waren dies:

Tantal Ta; Sprungpunkt (sehr scharf, innerhalb weniger hundertstel Grad) bei 4,4 Grad[1]),

Thorium Th; Sprungpunkt (wenig scharf) bei 1,4 Grad[2]).

Titan Ti; Sprungpunkt (ziemlich scharf) bei etwa 1,1 Grad[3])
und ganz neuerdings (die Messungen, die ich zusammen mit Dr. Franz ausführte, sind noch nicht publiziert),

Niobium Nb; Sprungpunkt (ziemlich scharf) bei etwa 8,5 Grad abs.

Bei allen diesen Supraleitern wurde festgestellt, daß der Widerstand im supraleitenden Zustand wenigstens kleiner als $10^{-4}$ von dem bei $0^{0}$ C war, teilweise kleiner als $10^{-7}$. Nur bei Titon war noch ein Widerstand von $10^{-3}$ von dem bei $0_{0}$ C vorhanden, aber offenbar nur, weil die Temperatur

[1]) W. Meißner, Physik. ZS. **29**, 897, 1928. Naturw. **17**, 390, 1929. ZS. f. Physik **61**, 191, 1930.

[2]) W. Meißner, ZS. f. Physik **60**, 181, 1930.

[3]) W. I. de Haas und I. Voogd. Comm. Leiden 193b 1928 und 199d 1929.

nicht weitgehend genug gesenkt werden konnte; die normale Abfallskurve wurde beobachtet.

Anzeichen zur Supraleitfähigkeit liegen auch bei Vanadium und bei einigen anderen Elementen vor. Bei diesen wurde zwar der Abfall des Widerstandes beobachtet, nicht aber die Supraleitfähigkeit selbst, die offenbar erst bei einer etwas tieferen Temperatur als der erreichten, eintritt.

In Leiden wurde ferner von De Haas und Mitarbeitern gefunden, daß Gallium bei $1{,}1^0$, in Toronto von Mc Lennan und Mitarbeitern, daß Ruthenium bei $2{,}0^0$ supraleitend wird.[1])

Letzteres steht allerdings in gewissem Gegensatz zu meinen eigenen Messungen, nach denen Ruthenium bis herunter zu $1{,}1^0$ abs. nicht supraleitend wird. Es bleibt noch zu klären, ob bei dem von mir untersuchten Stäbchen die Supraleitfähigkeit etwa durch ungenügende Sinterung verhindert wurde oder ob die in Toronto beobachtete Supraleitfähigkeit auf Beimengungen oder Verbindungen beruht. Das von mir untersuchte Ru hat in flüssigem Helium einen Restwiderstand von 0,1 $R_0$ ($R_0$ = Widerstand bei $0_0$ C), das von Mc Lennan untersuchte einen solchen von 0,8 $R_0$.

Von diesen neuen Supraleitern hat nur Gallium dieselbe Elektronengruppierung wie die zuerst in Leiden aufgefundenen, wie aus Zahlentafel 2 hervorgeht. Sie verteilen sich außerdem nach Zahlentafel 1 auf einen großen Bereich des periodischen Systems der Elemente.

Danach wird man schon daran zweifeln, ob die Stellung im periodischen System und die Elektronengruppierung für die Supraleitfähigkeit besonders maßgebend ist. Versuche im Leidener Laboratorium zeigten auch, daß graues Zinn bis herunter zu $1{,}8^0$ abs. nicht supraleitend wird,[2]) während gewöhnliches Zinn ja schon bei $3{,}7^0$ supraleitend ist. Danach spricht das Kristallsystem mit. Ferner wurde in Leiden von de Haas, Voogd und van Aubel gefunden[3]), daß der Sprungpunkt von intermetallischen Verbindungen zwischen einem Supraleiter und einem Nicht-Supraleiter teilweise etwas höher liegt, als der des Supraleiters selbst; ja sogar die Legierung Gold-Wismut, die keine Supraleiter enthält, wird supraleitend[4]). Wahrscheinlich ist es dabei die feste Lösung von 4,5 % Wismut in Gold, die supraleitend wird.

Man sieht aus diesen Versuchen, daß es nicht allein auf die Elektronengruppierung in den einzelnen Atomen ankommt, sondern mindestens ebensosehr auf die Beziehungen, in denen die Atome zu einander stehen. Und diese Beziehungen sind eben nicht nur durch Temperatur, Druck, Magnetfeld usw. beeinflußbar, sondern auch durch Fremdatome.

In den bisher betrachteten Fällen handelt es sich, abgesehen von dem Auftreten der Supraleitfähigkeit bei der Au-Bi-Legierung um geringe Beeinflussungen des Sprungpunktes. Es fragt sich, ob es gelingt, den Sprungpunkt wesentlich in die Höhe zu bringen.

[1]) Mc. Lennan, Allen und Wilhelm. Trans. Roy. Soc. Canada **23**, 283, 1929.

[2]) W. I. de Haas, G. I. Sizoo und I. Voogd. Comm. Leiden 187d, 1925.

[3]) E. v. Aubel, W. I. de Haas und I. Voogd. Comm. Leiden 193c, 1928, 187d, 1929.

[4]) W. I. de Haas, E. v. Aubel und I. Voogd. Comm. Leiden 197a, 1929, 197c 1929.

In dieser Hinsicht hat nun die Untersuchung von chemischen Verbindungen, die ich zusammen mit Dr. Franz durchgeführt habe, zu unerwarteten Ergebnissen geführt[1]). Die Messungen wurden dadurch veranlaßt, daß ich selbst an Kupfersulfid CuS, das von den Herren Fischbeck und Dorner in Tübingen hergestellt war, bei $1{,}6^0$ abs. Supraleitfähigkeit festgestellt hatte.[2]) Hier lag zum ersten Male ein Supraleiter vor, der zusammengesetzt war aus einem nicht supraleitenden Metall und einem elektrischen Isolator. Allerdings hat die Verbindung CuS durchaus metallischen Charakter. Sie hat etwa denselben spez. Widerstand wie Quecksilber und auch einen positiven, also metallischen Temperaturkoeffizienten. Der Widerstand des CuS fällt stark ab mit sinkender Temperatur. Er ist vor dem Sprungpunkt nur noch 0,0044 von dem bei $0^0$ C. Die Art des Abfalls des Widerstands zeigt Abb. 1, in der als Abszisse der Heliumdampfdruck und die absolute Temperatur, als Ordinate der Wert von $R/R_0$ ($R$ = Widerstand bei der Meßtemperatur, $R_0$ = Widerstand bei $0_0$ C) aufgetragen sind.

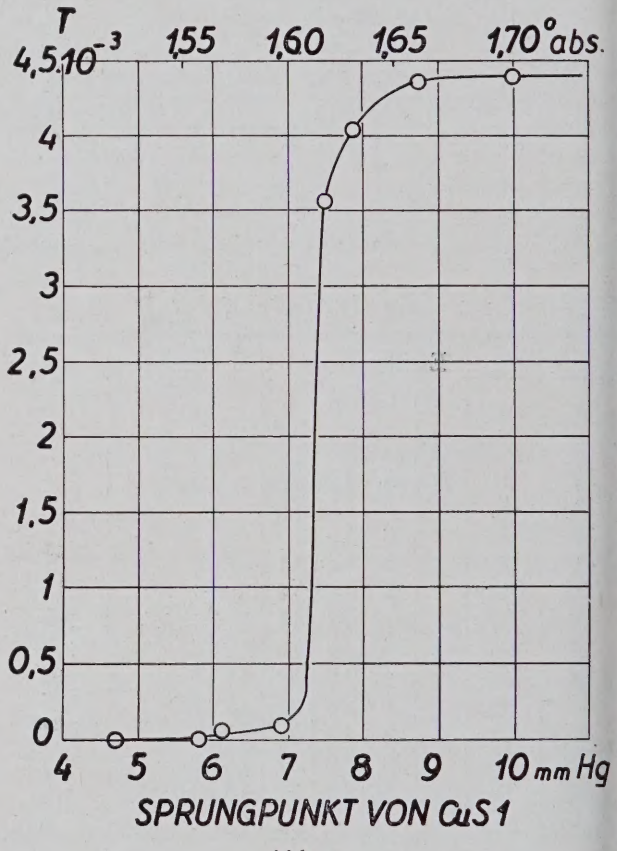



Abb. 1.

Der Sprungpunkt ist also ebenso scharf wie der der reinen Metalle. Der Widerstand nach dem Abfall ist mindestens kleiner als $10^{-7}$ $R_0$.

Die Untersuchungen der anderen Metallverbindungen ergab besonders interessante Resultate bisher bei den Carbiden und Nitriden von Schwermetallen, die uns auf unsere Bitte von Herrn Dr. Friederich (Osram-Gesellschaft) zur Verfügung gestellt wurden.

[1]) W. Meißner und H. Franz, Naturwiss. **18**, 418, 1930.

[2]) W. Meißner, ZS. f. Physik, **58**, 305, 1929.

Herr Dr. Friederich hatte schon früher[1]) an diesen Verbindungen metallische Leitfähigkeit festgestellt, und nun zeigte es sich, daß die Mehrzahl dieser Carbide und Nitride supraleitend wird. Unter den Oxyden dagegen, die wir untersuchten, fanden wir keine Supraleiter. Besonders wichtig aber ist, daß sich unter den Carbiden solche mit besonders hohem Sprungpunkt befinden, nämlich Tantalcarbid und Niobiumcarbid. Die Sprungpunkte der Nitride liegen niedriger.

Zahlentafel 3 gibt zunächst die Ergebnisse der Messungen an den Nitriden wieder. Die Nitride sind von Herrn Dr. Friedrich durch Glühen der Oxyde in Stickstoff erhalten. Ihr spez. Widerstand $\varrho_0$ bei $0^0$ C ist meist

Zahlentafel 3.

| Substanz | Supraleitend bei Grad abs. | Sprungintervall | R : $R_0$ vor dem Sprung | $\varrho_0$ nach Friederich | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| VN | 1,3 | 1,3—3,2 | 0,74 | $2 \cdot 10^{-4}$ | NaCl-Git oxydhaltig * bei $4{,}2^0$ |
| TiN | 1,2 | 1,2—1,6<br>2,6—4,2 | 0,37<br>0,9 | $1{,}3 \cdot 10^{-4}$ | |
| ZrN | 3,2 | groß | 0,04* | $1{,}6 \cdot 10^{-4}$ | |
| TiN-ZrN | 3,0 | 3,0—3,5 | 0,9 | | |
| ScN | — | — | 0,82 | $3 \cdot 10^{-4}$ | NaCl-Git. |
| CdO | — | — | 1,0 | $47 \cdot 10^{-4}$ | |
| $WO_2$ | — | — | 0,59 | $9{,}8 \cdot 10^{-4}$ | |
| $M_2O_5$ | — | — | 2,55 | $9{,}5 \cdot 10^{-4}$ | |

Widerstand von Nitriden und Oxyden.

einige Mal so groß wie der von Blei. Der Sprungpunkt der Nitride liegt ziemlich tief und ist nicht sehr scharf. Besonders auffällig ist, daß der Widerstand von TiN in 2 Stufen — zwischen 4,2 und 2,6 und zwischen 1,6 und $1{,}2^0$ abfällt. Der Restwiderstand vor dem Sprung ist viel größer als bei den reinen Metallen, nämlich mehr als 0,5 $R_0$. Sämtliche untersuchten Nitride haben NaCl-Gitter, wie Röntgenogramme von Becker und Ebert[2]) bewiesen. Von den untersuchten Nitriden wird nur Scandiumnitrid nicht supraleitend. Vielleicht liegt sein Sprungpunkt unterhalb der tiefsten erreichten Temperatur.

Die Oxyde haben einen noch höheren spez. Widerstand und auch einen höheren Restwiderstand als die Nitride.

Zahlentafel 4 gibt die Messungen an den Carbiden wieder. Von den 6 untersuchten Carbiden wurde nur Vanadiumcarbid nicht supraleitend. Die Ueber-

Zahlentafel 4.

| Substanz | Supraleitend bei Grad abs. | Sprungintervall | R : $R_0$ vor dem Sprung | $\varrho_0$ nach Friederich | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| Ti C | 1,1 | 1,1—4,2 | 0,58—0,94 | $1{,}8 \cdot 10^{-4}$ - $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ | NaCl-Git. |
| Wo C | 2,5 | groß | 0,4 | $0{,}5 \cdot 10^{-4}$ | nicht regulär |
| Mo C | 7,6 | 0,6 | 0,78 | $0{,}5 \cdot 10^{-4}$ | |
| Ta C | 9,3 | 0,2 | 0,35 | $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ | |
| Nb C | 10,1 | 0,4 | 0,55 | $1{,}7 \cdot 10^{-4}$ | NaCl-Git |
| V C | — | — | 0,69* | $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ | * bei $4{,}2^0$ |

Widerstand von Carbiden.

[1]) E. Friederich, ZS. f. Physik **31**, 813, 1925.

[2]) K. Becker und F. Ebert, ZS. f. Physik **31**, 268, 1925.

gangskurven zur Supraleitfähigkeit sind ziemlich flach. Am steilsten fällt der Widerstand ab bei TaC und NbC, bei denen auch der Sprungpunkt am höchsten liegt. TaC ist bei $9{,}3^0$, NbC bei $10{,}1^0$ abs. supraleitend. Auch der Restwiderstand ist wieder ziemlich hoch.

Unter den supraleitenden Carbiden sind zwei, WoC und MoC, die kein NaCl-Gitter haben, sodaß also diese Gitterkonstitution nicht Bedingung für die Supraleitfähigkeit der Carbide ist.

Die Temperaturmessung geschah unterhalb $4{,}5^0$ abs. mit dem Heliumdampfdruckthermometer, oberhalb $7{,}3^0$ abs., dem Sprungpunkt des Bleis, mit einem Bleiwiderstandsthermometer, das am Sprungpunkt geeicht wurde.

Hergestellt wurden diese höheren Temperaturen wie die niedrigeren mit dem Heliumverflüssiger; nur wurde das Helium nicht verflüssigt, sondern die Temperatur nur durch die Drosselentspannung gesenkt. Dazu wurden der Druck vor der Entspannung und die Umlaufmenge geeignet einreguliert.

Das zu prüfende Carbid und der Bleidraht befanden sich zusammen in einer Kupferhülle, so daß zwischen ihnen keine wesentliche Temperaturdifferenz auftreten konnte. Es ergaben sich auch bei steigender und bei fallender Temperatur nahezu dieselben Temperaturen für den Eintritt der Supraleitfähigkeit.

Ich möchte glauben, daß der hohe Restwiderstand der untersuchten Nitride und Carbide sich durch Abänderung der Herstellungsweise wird weitgehend verringern lassen, und daß dann auch der Uebergang zur Supraleitfähigkeit wie bei den reinen Metallen schärfer sein wird. Wenn nämlich auch die Reinheit der Substanzen nach den röntgenographischen Analysen, die Herr Noddack frdl. Weise vorgenommen hat, sehr gut ist, so erscheint es doch sehr wohl möglich, daß die Umwandlung der Ausgangsmaterialien, d. h. der Oxyde in Nitride und Carbide noch nicht vollkommen geglückt ist. Die Carbide wurden nämlich von Herrn Dr. Friederich in ähnlicher Weise, wie die Nitride durch Glühen der Oxyde im Kohleofen, jedoch ohne Stickstoffspülung, hergestellt.

Ich zweifle auch nicht daran, daß man noch viel mehr supraleitende Verbindungen finden wird. Es kann keine Rede mehr davon sein, daß die Supraleitfähigkeit eine Eigenschaft ist, die auf eine kleine Gruppe von Stoffen beschränkt ist, wenn auch vorläufig die tiefere Einsicht in das Wesen der Supraleitfähigkeit noch ganz in den Anfängen steckt.

Ich muß es mir aus Zeitmangel versagen, auf Versuche einzugehen, die im Kältelaboratorium der Reichsanstalt über das Wesen der Supraleitfähigkeit im Gange sind, z. B. auf Versuche über die Supraleitfähigkeit von Kontaktwiderständen, die Herr Dr. Holm vom Forschungslaboratorium der Siemenswerke mit mir zusammen durchführt und die gewisse Schlüsse über die Art des supraleitenden Stromes zulassen.

Ich möchte zum Schluß noch darauf hinweisen, daß die Supraleitfähigkeit von Niobiumcarbid sich schon mit festem Wasserstoff herstellen läßt. Vielleicht findet man noch supraleitende Stoffe mit erheblich höheren Sprungpunkten, so daß man an eine technische Verwertung ihrer Supraleitfähigkeit denken kann. Vorläufig sind wir aber noch nicht so weit, sondern vorläufig muß noch die reine Wissenschaft das Gebiet der Supraleitfähigkeit weiter erforschen.

# Der Grad der Füllung und sein Einfluß auf die Leistung einer Ammoniakkältemaschine.

Von Oberingenieur Karl Glässel, Cannstatt[1]).

Wir können die in einer Kältemaschine vorhandene Menge des Kältemittels, ihre Füllung, in 3 Teile teilen. Der erste ist die eigentlich wirksame Menge, sie wird unter Wärmebindung verdampft und unter Wärmeabgabe verflüssigt. Eine weitere »zusätzliche« Menge verläßt in Tropfenform den Verdampfer, gelangt in den Kompressor oder wird vor diesem aus der Saugleitung abgeschieden und in den Verdampfer zurückgeführt; sie erzeugt also keine Kälte, ist aber zur Schaffung günstiger Wärmeübertragungsverhältnisse nötig.

Zu diesen Hauptteilen der Füllung kommt noch ein weiterer, den ich als versprengte Füllung bezeichnen möchte, der sich teils in flüssigem, teils in gasförmigem Zustand entweder im Oel, das sich in der Anlage befindet, oder in Säcken aufhält und für die Leistung der Maschine ohne Bedeutung ist.

Es ist nun nicht nur notwendig, daß diese Gesamtfüllung in einer Anlage vorhanden ist, sondern daß sie sich auch da aufhält, wo sie hingehört. Es sind 2 Vorgänge streng auseinanderzuhalten, nämlich das Mitreißen der »zusätzlichen« Flüssigkeit aus dem Verdampfer in den Verdichter und Verflüssiger und das Zurückströmen unverflüssigter Dämpfe aus dem Verflüssiger nach dem Verdampfer.

Das Mitreißen der »zusätzlichen« Flüssigkeit in den Verdichter verursacht die Verminderung von dessen Leistung, indem diese Flüssigkeitsteile an den heißen Wandungen verdampfen und so den Raum für nutzbringende Förderung wegnehmen. Beim Mitreißen größerer Mengen gefährdet dies den Betrieb des Verdichters durch Auftreten von »Flüssigkeitsschlägen«. Bei Anlagen ohne Ueberflutung darf daher nur ganz wenig »zusätzliche« Flüssigkeit vorhanden sein, bei Anlagen mit Ueberflutung wird die »zusätzliche« Flüssigkeit durch Einbau eines Abscheiders vor dem Eintreten in den Verdichter zurückgehalten und wieder in den Verdampfer befördert.

Das Zurückkehren von Dämpfen aus dem Verflüssiger in den Verdampfer wird durch besondere Kontrolleinrichtungen verhindert. Es werden entweder Schauöffnungen in die geschlossene Rohrleitung eingebaut, durch welche man erkennt, ob verflüssigtes oder unverflüssigtes Kältemittel zurückkehrt, oder es wird ein Zwischengefäß eingeschaltet, in welchem sich Flüssigkeit vom Dampf trennt und aus dem der Dampf durch eine besondere Leitung wieder zurückgeführt wird. Diese Kontroll-Apparate sind noch mit Einrichtungen versehen, die gleichzeitig die durchfließende Menge und damit die Leistung der Anlage anzeigen.

Die erstere Ausführung wird nach Plank-Weisker von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, die zweite Ausführung nach meinem Patent von der Maschinenfabrik Stein G. m. b. H., Stuttgart-Cannstatt, hergestellt und in den Handel gebracht.

An Stelle des Regelventiles, welches nach den Angaben der Kontroll-Apparate eingestellt wird, kann auch ein selbsttätiger Regler vorhanden sein, welcher nur Flüssigkeit und keine Dämpfe passieren läßt.

Die geschilderten Einrichtungen haben also die Aufgabe, ein falsches Verlegen der Füllung von einem Innenraum nach einem anderen zu verhindern und die dadurch entstehenden Nachteile zu beseitigen.

Wie groß muß die Füllung einer Kältemaschine sein? Die Füllung muß so groß sein, daß sie in einer gegebenen Anlage ohne Verschlechterung des volumetrischen Wirkungsgrades und ohne Gefährdung des Betriebes des Verdichters durch Flüssigkeitsschläge im Verdampfer sowohl als auch Kondensator eine Temperaturdifferenz erzeugt, welche durch weitere Nachfüllung nicht mehr verringert werden kann.

Diese allgemeine Formulierung genügt jedoch für die Praxis noch nicht, es entsteht vielmehr die engere Frage: Wieviel kg bezw. wieviel Flaschen Ammoniak sollen in eine Anlage eingefüllt werden?

Da es sich um die Bestimmung einer Gewichtsmenge handelt, so müssen Volumen und spezifisches Gewicht bekannt sein: Das Volumen ist ohne weiteres aus den Dimensionen der Anlage in einfachster Weise zu ermitteln. Danach muß das Gewicht pro Volumeneinheit in den verschiedenen Zuständen, in denen sich die Füllung befindet, bekannt sein. Leider reicht die zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, sich über diese hochinteressante Frage des Zustandes der Füllung in den einzelnen Abteilungen des Innenraumes zu verbreiten. Sie tritt bald als Flüssigkeit, bald als trockener Dampf, bald als überhitzter Dampf auf. Aus den Dampftafeln lassen sich jedoch die Gewichte bei den verschiedenen Zuständen leicht ermitteln und so läßt sich der erste Teil der Füllung rechnerisch bestimmen.

Der zweite Teil der Füllung, die »zusätzliche«, kann zunächst rechnerisch nicht erfaßt werden und hier muß der Versuch Klarheit schaffen.

Um zu zeigen, welchen Einfluß der Grad der Füllung auf die Leistung einer Maschine hat, will ich an einem Beispiel die Berechnung sowie die Ergebnisse eines Versuches behandeln. Ich wählte dazu die von der Maschinenfabrik Stein im Vorjahre gelieferte Kühlanlage in der Fleisch- und Wurstfabrik von Wild & Co., Stuttgart, die sich besonders wegen der Gleichmäßigkeit des Betriebes sehr gut eignete.

Ich möchte an dieser Stelle der Firma Wild & Co. für die Bereitwilligkeit, die Anlage zu diesen Versuchszwecken zur Verfügung zu stellen, sowie den Herren Fabrikanten Stockder und Braun für die Uebernahme der Kosten dieser umfangreichen Versuche den Dank aussprechen.

Die Anlage besteht aus 2 großen Fleischkühlräumen, einem Pökelraum, einem Versandraum und einer Kalträucherkammer. Die Kühlung erfolgt durch direkte Ammoniakverdampfung unter Verwendung von Luftkühlapparaten und Kältespeichern. Der Verdichter hat eine Normalleistung von 25 000 kcal/h. Für die Verflüssigung ist ein Gegenstrom-Verflüssiger vorhanden. In Zahlentafel 1 sind zunächst die Rauminhalte der Apparate und Rohrleitungen angegeben, ferner in der nächsten Spalte die Gewichte je Liter, aus denen sich dann die Raumgewichte ergeben.

[1]) In erweiterter Form bei der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Stuttgart am 6. 6. 30 vorgetragen.

Der Gesamtinhalt der Anlage beträgt 1058 Liter, das Gewicht dieses ersten rechnerisch ermittelten Teiles der Füllung 23,35 kg.

Zur Bestimmung der »zusätzlichen« Füllung wurde eine Anzahl Versuche durchgeführt, bei denen mit verschiedenen Mengen von Zusatzflüssigkeit gearbeitet wurde.

Zahlentafel 1.

I. Teil der Gesamtfüllung.

| Rauminhalt von: | in l | $NH_3$-Gewicht in g pro l | $NH_3$-Gewicht in g Gesamt | Vol.-Anteil in % | Gew.-Anteil in % |
|---|---|---|---|---|---|
| Gegenstromkondensat. | 36,4 | 6,7 | 244 | 3,4 | 1 |
| Verdampfer | 664 | 13,6 | 9040 | 63 | 40 |
| Flüssigkeitsabscheider | 160 | 13,6 | 2180 | | |
| Flüssigkeitsleitung | | | | | |
| Flüssigkeitsinhalt | 11,8 | 620 | 7320 | | |
| Dampfinhalt | 34,25 | 6,7 | 232 | 33 | 45 |
| Einspritz- u. Falleitung | 17,5 | 24,8 | 435 | | |
| Steigleitung | 11,1 | 13,6 | 151 | | |
| Saugleitung | 84,2 | 2,4 | 203 | | |
| Druckleitung | 33,5 | 5,5 | 185 | | |
| Benetzung d. inn. Kühlfl. mit $^1/_{10}$ mm | | | | | |
| $10500 \times 0{,}0005 \times 0{,}64$ | 5,25 | 640 | 3360 | 0,6 | 14 |
| Summe | 1058 | | 23350 | 100% | 100% |

Zur genauen Bestimmung der verwendeten Füllung stellte die Maschinenfabrik Stein ein besonderes Ammoniaksammelgefäß zur Verfügung, welches mit zwei großen Flüssigkeitsständen versehen war und welches auf einer genauen Waage mittelst Wasser geeicht wurde. Die Skala der Flüssigkeitsstände ermöglicht die bequeme Ablesung von 0,5 zu 0,5 kg, sodaß sehr genau gemessen werden konnte.

Die Leistung der Anlage wurde mit meinem Leistungskontroller, der in der Anlage vorhanden ist, und dessen Kalaangaben durch mehrere Eichungen nachgeprüft wurden, gemessen. Nachdem alles Ammoniak aus der Anlage entfernt war, wurde sie mittelst des mit dem Kontroller verbundenen Entlüfters von Luft befreit, sodaß Störungen und Beeinflussungen von dieser Seite nicht zu erwarten waren.

Gleichzeitig wurden zur Kontrolle das Kühlwasser durch Wassermesser und Wägung und seine Ein- und Austrittstemperaturen bestimmt. Die Kühlwassermenge wurde so geregelt, daß die Verflüssigungstemperatur für alle Versuche ziemlich konstant blieb, wodurch Umrechnungen vermieden wurden. Während sämtlicher Versuche wurde genau darauf geachtet, daß nur Flüssigkeit vom Verflüssiger nach dem Verdampfer gelangte, was mit Hilfe des Kontrollers während der ganzen Versuchsdauer ohne jede Schwierigkeit möglich war. Der Versuch begann mit einer Füllung von 25 kg, wobei sich eine Leistung von 9000 kcal/h nach mehrstündigem Gleichgewicht einstellte. In ähnlicher Weise wurden dann Versuche mit 50, 100, 150 und 200 kg Ammoniak durchgeführt.

Abb. 1 und Zahlentafel 2 zeigen die sich hierbei ergebende Steigerung der Leistung bis auf 25500 kcal/h. Eine weitere Auffüllung wurde mit Rücksicht auf die bald zu erwartende Ueberfüllung und damit bedingte Gefährdung des Verdichters unterlassen.

Der Verlauf der zu erwartenden weiteren Leistungen ist im Schaubild in der durchbrochenen Schaulinie dargestellt.

Gleichzeitig wurde mittelst guter Instrumente der Stromverbrauch ermittelt, wobei ich zu bemerken habe, daß für den Antrieb ein älterer Gleichstrommotor mit schlechtem Wirkungsgrad zur Verfügung stand, was aber auf die relativen Unterschiede im Verbrauch keinen Einfluß hat. Man sieht aus dem Verlauf der entsprechenden Schaulinie, wie wenig der Stromverbrauch bei steigender Füllung und steigender Leistung zunimmt.

Aus den einzelnen Leistungen und entsprechendem Stromverbrauch und unter Zugrundelegung des dort vorhandenen Strompreises von 25 Pfg/kW wurden die Betriebskosten für die etwa 250000 kcal/Tag beanspruchende Anlage im Schaubild eingetragen, und man erkennt, wie diese Betriebskosten mit zunehmender Füllung stark fallen.

Setzt man den Preis pro 1 kg wasserfreien, flüssigen Ammoniaks zu RM 1,50 ein, so macht sich die Auffüllung von 50 auf 100 kg in 15 Tagen, die Auffüllung von 100 auf 150 kg in 37 Tagen, die Auffüllung von 150 auf 200 kg in 40 Tagen und die Auffüllung von 50 auf 200 kg in 25 Tagen bezahlt. Darüber hinaus bedeutet die Verringerung der Betriebskosten durch Erhöhung der Füllung eine ziemlich große Ersparnis an Stromkosten.

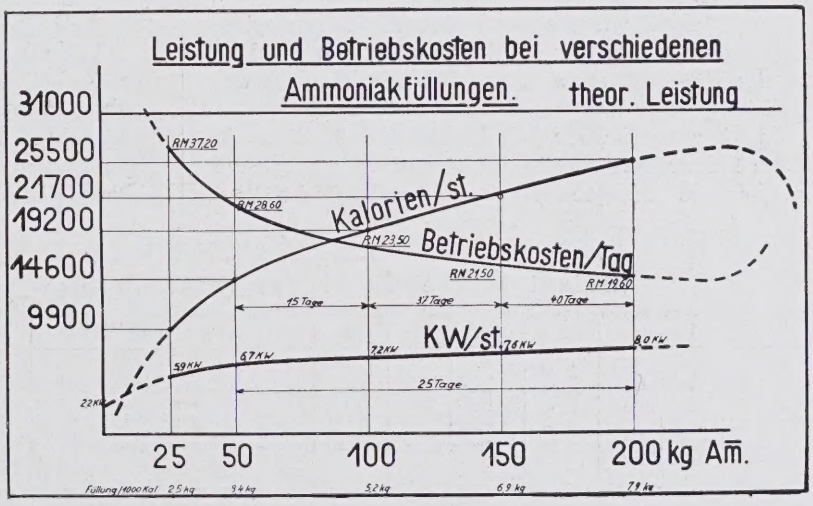



Abb. 1.

Der Verlauf der Schaulinie für die Zunahme der Leistung durch Steigerung der Füllung wird für die verschiedenen Anlagen verschieden sein, aber die charakteristische Form wird im allgemeinen dieselbe bleiben. Ich zeige in Abb. 2 in einem weiteren Schaubild den ungefähr zu erwartenden Verlauf dieser Linien für verschiedene Arten von Anlagen.

Linie 1 für Anlagen mit Solekühlung ohne Ueberflutung
Linie 2 für Anlagen mit Solekühlung mit Ueberflutung
Linie 3 für Anlagen mit direkter Verdampfung ohne Ueberflutung

Linie 4 für Anlagen mit direkter Verdampfung mit Ueberflutung.

Ich behalte mir vor, in besonderen weiteren Versuchen den Verlauf dieser Kurven für die verschiedensten Fälle zu ermitteln, um daraus Rückschlüsse für die Bestimmung der »zusätzlichen« Füllung für die einzelnen Gattungen von Anlagen zu ziehen. Es werden sich dann Koeffizienten herausbilden, mit denen die rechnerisch ermittelbare Füllung zu multiplizieren ist, um sichere Zahlen für die Vorausbestimmung der Füllung neuer Anlagen sowie Werte für den Betrieb zu erhalten.

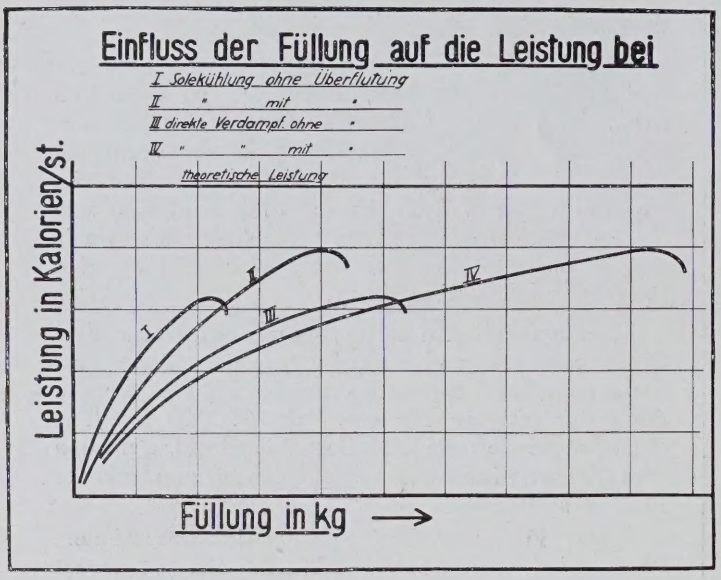



Abb. 2.

Zum Schluß will ich noch eine Anzahl Beispiele mit Betriebsbeobachtungen kurz erwähnen, welche aus der Praxis genommen die Wirtschaftlichkeit der Auffüllung beweisen.

In der vorliegenden Zahlentafel 3 sind in Spalte 1 die Abmessungen des in Betrieb befindlichen Kompressors angegeben, und in Spalte 2 die Verdampfungstemperaturen, in Spalte 3 die entsprechend theoretische Leistung der Maschine. In Spalte I ist die Füllung angegeben, mit der die Maschine bei Beginn der Beobachtung angetroffen wurde und i Spalte 5 die tatsächliche Leistung. Daraus ergebe sich die in Spalte 6 angegebenen Lieferungsgrad

Zahlentafel 2.

Einfluß der Füllung auf die Leistung.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Füllung der Anlage kg | 25 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| Verdampfungstemp. °C | —29,5 | —22,5 | —18 | —16,5 | —12, |
| Verflüssigungstemp. °C | 21 | 20,8 | 21 | 21 | 21, |
| Drehzahl/min. des Kompr. n | 160 | 167 | 164 | 160 | 155 |
| Theoretische Leistung hierbei kcal/h | 15800 | 23000 | 27500 | 29000 | 3120 |
| Gemess. Leistung kcal/h | 9900 | 14600 | 19200 | 21700 | 2550 |
| Lieferungsgrad hierbei | 0,625 | 0,635 | 0,695 | 0,746 | 0,81 |
| Theoretische Leistung bei —10°V.T. | 36300 | 38500 | 37500 | 36300 | 3540 |
| Lieferungsgrad hierbei | 0,27 | 0,38 | 0,51 | 0,60 | 0,7 |
| Betriebszeit in Stunden für 250000 kcal/Tag | 25 (!) | 17 | 13 | 11,5 | 9,8 |
| Stromverbrauch kW | 5,9 | 6,7 | 7,2 | 7,6 | 8,0 |
| Betriebskosten für tägl. 250000 kcal. bei 0,25 Mk/kWh | 37,20 | 28,60 | 23,50 | 21,50 | 19,6 |

Nach Feststellung dieser Zahlen wurde Ammonia nachgefüllt und die entsprechende Leistung ebenfall wiederum wie das erste Mal mit dem Kontrolle ermittelt. Die Mehrleistung drückt sich gleichfall in dem erhöhten Lieferungsgrad aus. Die Beob achtungen zeigen deutlich die Steigerung der Leistun durch Erhöhung der Füllung.

In Spalte 11 ist angegeben, wieviel kg pro 100 kcal/h bei der Anlage eingefüllt waren. Zur Beur teilung dieser Zahlen ist in Spalte 12 und 13 noc angegeben, ob die Anlage mit oder ohne Ueber hitzung, oder mit direkter Verdampfung oder Sole kühlung arbeitet.

Zahlentafel 3.

Beispiele über Leistungssteigerung durch $NH^3$ Nachfüllung.

| Nr. | 1 Verdichter Zyl ⌀ | Hub | n/min | 2 Verdamfer-temperatur | 3 theoretische Leistung kcal/h | 4 Füllung $NH^3$ kg | 5 Leistung kcal/h | 6 Lieferungs-grad λ | 7 Nachfüllung $NH^3$ kg | 8 Gesamt-füllung $NH^3$ kg | 9 Leistung | 10 Lieferungs-grad λ | 11 Füllung kg je 1000 kcal/h | 12 Betriebsweise | 13 | 14 Nachfüllung macht sich bezahlt in Tagen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 160 | 270 | 130 | —14 | 46000 | 108 | 23000 | 0,5 | 75 | 183 | 32000 | 0,7 | 5,7 | mit Überhitz | dir. Verdampf | 34 |
| 2 | 215 | 300 | 84 | —15 | 61000 | 90 | 35000 | 0,57 | 50 | 140 | 47000 | 0,77 | 2,9 | ohne " | Solekühlung | 25 |
| 3 | 190 | 300 | 120 | —10 | 82000 | 150 | 51000 | 0,62 | 70 | 220 | 60000 | 0,73 | 3,8 | mit " | gemischt | 32 |
| 4 | 190 | 380 | 115 | —4 | 120000 | 72 | 40000 | 0,34 | 80 | 152 | 68000 | 0,57 | 2,2 | ohne " | Solekühlung | 11 |
| 5 | 220 | 350 | 110 | —10 | 120000 | 120 | 50000 | 0,42 | 340 | 460 | 90000 | 0,75 | 5,1 | " " | dir. Verdampf | 35 |
| 6 | 230 | 600 | 100 | —12 | 180000 | 150 | 100000 | 0,55 | 60 | 210 | 130000 | 0,72 | 1,6 | " " | Solekühlung | 8 |
| 7 | 205<br>190 | 300<br>330 | 160<br>130 | —8 | 250000 | 160 | 125000 | 0,5 | 60 | 220 | 150000 | 0,6 | 1,45 | " " | " | 10 |
| 8 | 250<br>250 | 420<br>420 | 80<br>80 | —13 | 240000 | 160 | 150000 | 0,62 | 100 | 260 | 170000 | 0,71 | 1,5 | " " | " | 21 |
| 9 | 260<br>250 | 420<br>420 | 75<br>65 | —10 | 238000 | 74 | 156000 | 0,65 | 100 | 174 | 180000 | 0,76 | 0,98 | " " | " | 17 |
| 10 | 330 | 500 | 56 | —10 | 195000 | 200 | 125000 | 0,64 | 60 | 260 | 150000 | 0,77 | 1,65 | " " | " | 10 |
| 11 | 450 | 500 | 130 | —14 | 690000 | 800 | 490000 | 0,71 | 160 | 960 | 550000 | 0,79 | 1,75 | mit " | " | 11 |

Um die Rentabilität dieser Auffüllung zu erkennen, wurde in der letzten Spalte 14 die Anzahl der Tage angegeben, in denen sich die Auffüllung bezahlt macht. Hierbei sind zum Vergleich die Stromkosten mit 8 Pfg. pro kW, die Betriebszeit mit 16 Stunden, die Leistung pro 1 kW mit 3500 Calorien und die Kosten des wasserfreien flüssigen Ammoniaks mit RM. 1,50 pro kg angenommen worden.

Wenn sich diese Zahlen je nach Aenderung der Voraussetzungen auch etwas ändern können, so beweisen diese wenigen Beispiele die Rentabilität der Kontrolle und Herstellung der richtigen Füllung.

Auf Grund meiner langjährigen Beobachtungen an einer sehr großen Anzahl von Anlagen wage ich es, zu behaupten, daß noch viele hunderttausende von Mark in unserer Wirtschaft eingespart werden könnten, wenn die Erkenntnis von der Rentabilität der Kontrolle und Herstellung der richtigen Füllung durchdringt und die verhältnismäßig geringen Kosten hierfür nicht mehr gescheut werden.

## Die Milchkühlung.

Von Ministerialrat Professor Dr. R. v. Ostertag, Stuttgart.

(Schluß).

Das ursprüngliche Verfahren der Kühlung von Milch, das heute noch in zahlreichen kleinen Wirtschaften geübt wird, besteht darin, daß man die in Kannen gefüllte Milch in Wasser, am besten in fließendes Quellwasser, stellt. Die Wirkung dieser Abkühlung ist sehr problematisch, da man die Milch höchstens auf Temperaturen von etwa + 18° C herunterkühlen kann, die nicht genügen, um die Zersetzung der Milch innerhalb der durchschnittlichen Transport- und Verbrauchszeit zu verhüten. Hinzu kommt die lange Dauer der Abkühlung bei der angegebenen primitiven Weise des Verfahrens. Inwieweit die neuerdings empfohlenen gelochten Milchkannenkühlringe, die an die Wasserleitung angeschlossen, um den Hals der Milchkannen gelegt werden, mehr leisten, wäre durch Versuche festzustellen.

Eine besondere Art von Milchkühler wird auch von Sattler[1]) beschrieben. Dieser Milchkühler soll die Möglichkeit geben, die Milch gleichzeitig zu seihen und zu entlüften. Der Apparat besteht aus einem Einschüttgefäß aus verzinktem Stahlblech, 2 Metallsiebeinlagen, zwischen die die Filtrierwatteschеiben gelegt werden, und einem Röhrenkühlkörper. Der Kühler wird in zwei Größen für 50 und 100 l Stundenleistung hergestellt. Auch die Brauchbarkeit dieses Apparates, der die Behandlung der Milch unmittelbar nach dem Melken erleichtern soll, ist erst noch zu erweisen.

Einen großen Fortschritt bedeutete das Verfahren der Abkühlung auf dem Röhrenkühler nach Lawrence, durch den kaltes Wasser geleitet wird und das über die Milch in dünner Schicht rieselt. Mit Hilfe dieses Kühlers gelingt es, die Milch einige Grad über die Temperatur des Kühlwassers, welches das Röhrensystem durchläuft, abzukühlen. Gleichzeitig wird die Milch, was gegenüber der Kühlung in Kannen einen großen Vorteil bedeutet, entlüftet und dadurch von den Gerüchen befreit, die sie während des Melkens im Stalle annimmt. Die Vergrößerung der Haltbarkeit durch das Kühlen über den Röhrenkühlern ist bei Verwendung von Wasser als Kühlmittel unbefriedigend, da die Temperatur des Kühlwassers verschieden und im allgemeinen keine besonders tiefe ist. Weigmann sagt mit Recht: das Wasser, das in umfangreichstem Maße als Kühlmittel verwendet wird, besitzt keine oder keine sehr starke Kühlkraft, da seine Temperatur in den meisten Fällen zwischen + 8 und 12° C schwankt und die Milch hierbei nur auf + 10 bis 14° C abgekühlt wird.

Was wir brauchen, ist die Tiefkühlung, die Kühlung auf + 1 bis 3° C. Der Erste, der eine Tiefkühlung der Milch in praktisch durchführbarer Form vorschlug und zur Anwendung brachte, war der Milchsachverständige W. Helm in Berlin. Er konstruierte und richtete Tiefkühlanlagen für kleine Betriebe ein, um das Milcheinzugsgebiet der Stadt Berlin zu vergrößern. Im Jahre 1900 wurde nach Berlin in die bekannte Molkerei Bolle, die sich um die Technik der Versorgung der Großstädte mit Milch sehr hohe Verdienste erworben hat, Milch nicht bloß aus der Provinz Brandenburg, sondern schon aus der Provinz Pommern bezogen. Helm wollte durch seine Einrichtung das Einzugsgebiet bis zur Provinz Ostpreußen erweitern. Er schuf einen eisschrankähnlichen Kühlkasten, auf dem der Milchkühler stand, an dessen einer Seite Rohre und Pumpen angebracht waren, die es ermöglichten, dem Kühler die zu kühlende Milch und auch die Kühlflüssigkeit zuzuführen. Der Kühlkasten enthielt in der Mitte einen Eisbehälter und auf beiden Seiten eine Kühlkammer. Je nach Bedarf wurde der Eisbehälter nur mit Eis und Wasser oder mit Eis und Kochsalz beschickt. Die im Eisbehälter am Boden sich ansammelnde Kälteflüssigkeit diente zum Kühlen der Milch. Man pumpte die Kälteflüssigkeit in die Milchkühler und führte sie nach einiger Zeit in den Eisbehälter zurück, um sie nach erfolgter Wiederabkühlung aufs neue in den Milchkühler zu befördern. Dieser Kreislauf der Kühlflüssigkeit ließ sich durch eine Handpumpe mit dazwischen liegenden Pausen mehrere Male wiederholen. Ich entsinne mich genau, welches Aufsehen die Konstruktion von Helm bei ihrer Einführung hervorgerufen hat. Helm sagte: »Wenn die Milch sofort nach dem Melken mit Hilfe meines Apparates auf + 2° C abgekühlt und dann in eisgekühlten Transportwagen verfrachtet wird, kann ich sie aus Ostpreußen nach Berlin in völlig wohlerhaltenem, verkaufsfähigen Zustand bringen.«

Mit Eis und Salz arbeitet auch der Astra-Trommelkühler und der Astra-Kastenkühler des Bergedorfer Eisenwerkes, die Knoch[1]) für Gutswirtschaften und städtische Milchhändler empfiehlt.

Heute, da wir über die Kleinkältemaschine verfügen, lächeln wir über die Helmsche Konstruktion, die den damaligen Verhältnissen entsprach, unter denen es sich darum handelte, eine Solekühlung der Milch in billigster Form dem Landwirte zugängig zu machen. Die Helmsche Konstruktion war aber der

[1]) Süddeutsche Molkereizeitung 1929, 1255.

[1]) Handbuch der neuzeitlichen Milchverwertung, 3. Aufl., 218.

Vorläufer der heutigen rationellen, maschinellen Tiefkühlung. Die kleine Kältemaschine, die zu einem verhältnismäßig geringen Preise geliefert werden kann, ermöglicht die Milchkühlung unmittelbar nach dem Melken auf eine Temperatur, die wenig über dem Gefrierpunkt des Wassers liegt, in einfachster und sicherster Weise.

Der Berieselungskühler für direkte Verdampfung ist von der Firma Schlüter und Gsell in Düsseldorf 1902 zum ersten Male gebaut worden.[1]) Nach Knoch[2]) ist die Anordnung, das Kältemedium in den Berieselungskühlern unmittelbar verdampfen zu lassen, nach Reichsgerichtsentscheidung von der Firma Schlüter und Gsell erfunden worden, wird aber, da die Erfindung nicht patentamtlich geschützt werden konnte, fast von allen Kühlmaschinenfabriken angewandt. Wie Knoch betont, wird das Prinzip überall dort mit Vorteil angewandt, wo es sich nur um Kühlung von Flüssigkeiten durch Berieselung handelt. Wo die Kältemaschine auch zur Erzeugung von Kunsteis dienen soll, lasse sich die Benutzung der Sole als Kältespeicher nicht umgehen.

Nun wird es noch einige Zeit dauern, bis auch nur die größeren Landwirte mit milchwirtschaftlichen Betrieben die Kleinkältemaschine zur regelmäßigen Abkühlung der von ihnen erzeugten Milch unmittelbar nach dem Melken verwenden. Deshalb war es ein ausgezeichneter Gedanke, der meines Wissens von der bereits zuerst genannten Berliner Milchgroßfirma Bolle verwirklicht worden ist, Milchsammelstellen mit Kühlstationen auf dem Lande einzurichten, in welche die Milch der einzelnen Lieferanten möglichst rasch nach dem Melken oder nach vorangegangener Abkühlung über einem Lawrence-Kühler mit Quellwasser oder mit Brunnenwasser gebracht wird, um dort gereinigt und tiefgekühlt zu werden. Der Ausbau dieser Milchkühlstationen auf dem Lande in den Einzugsgebieten der Großstädte ist neben der Einführung der Kleinkältemaschine jedenfalls auf den größeren Gütern mit milchwirtschaftlichem Betriebe mit allen Mitteln zu fördern. Ein Teil der Milchhöfe hat diese Milchkühlstationen in ihren Einzugsgebieten in vorbildlicher Weise ausgebaut, wie namentlich der städtische Milchhof in Mannheim, der auch in anderer Hinsicht mustergültig vorgegangen ist. Bei anderen Milchhöfen ist die Zahl und Verteilung der Kühlstationen noch unzureichend und lückenhaft, was sich durch die Anlieferung verhältnismäßig großer Mengen von zersetzter Milch, die nicht mehr als Trinkmilch verwendet werden kann, in den Milchhöfen rächt. Der städtische Milchhof in Mannheim ist in der Lage, dank seiner planmäßig ausgebauten Milchkühlstationen Milch aus landwirtschaftlichen Betrieben in der Nähe des Bodensees und aus der Gegend von Mergentheim, also aus Gegenden, die mehr als 100 km von Mannheim entfernt liegen, heranzuholen. Die Molkerei Bolle-Berlin, die, wie angegeben, Kühlstationen zuerst eingeführt und inzwischen den Bedürfnissen entsprechend ausgebaut hat, kann mit Hilfe dieser Einrichtungen ihren gesamten Milchbedarf von täglich 150 000 l aus Entfernungen bis zu 200 km beziehen. Sehr bemerkenswert ist das Vorgehen der Stadt München, welche von sich aus Kühlstationen in näherer und weiterer Umgebung von München einrichtet, um ihrerseits dazu beizutragen, daß die Milch möglichst unverändert vom Lande in die Stadt kommt. München hat einen täglichen Milchbedarf von 240 000 l, deren Anlieferung ohne die Einrichtung von Sammel- und Kühlstationen nicht gesichert wäre. Das Beispiel von München verdient allgemeine Nachahmung, da es auch für Städte ohne städtische Milchhöfe im Interesse einer Versorgung der Konsumenten mit guter Milch liegt, daß die Milch in möglichst unverändertem Zustand in die Stadt gelangt. Es ist zweifellos kein Zufall und kommt nicht von ungefähr, daß München, die Stadt des besten Bieres, nach der Süddeutschen Molkereizeitung einen Tagesmilchverbrauch von 0,38 l je Kopf der Bevölkerung aufweist, und daß sie damit an erster Stelle unter den deutschen Großstädten marschiert. Dieser für Deutschland verhältnismäßig hohe Milchverbrauch steht ganz zweifellos in Verbindung mit der von den städtischen Milchsammelstellen und Milchkühlstationen im Milcheinzugsgebiet der Stadt geschaffenen Möglichkeit der Anlieferung von unzersetzter Milch in die Stadt selbst. Die Milchsammelstellen und die Milchkühlstationen sind die unentbehrlichen Hilfsmittel bei der Milchversorgung der größeren Gemeinwesen und deshalb sorgfältig auszubauen.

Die gekühlte Milch muß bis zum Versand kühl gehalten und in künstlich gekühlten Transportwagen in die Verbraucherzentralen transportiert werden. Der Kühltransport wird durch den Versand in den Abend- und Nachtstunden begünstigt, ist aber nur gesichert, wenn die Transportwagen künstliche Kühlung erfahren. Die primitive Form der Kühlung der Transportwagen besteht in der Beigabe von Eis zwischen die Milchkannen, in denen die Milch transportiert wird. Eine besondere Form ist die Verwendung gut isolierter und mit Eisbehältern an den Stirnwänden versehener Wagen, die für den Transport mit einer bestimmten Menge Eis beschickt werden. Solche Milchkühlwagen haben sich die Milchhöfe zum Teil selbst geschaffen, zum Teil werden sie von der Reichsbahnverwaltung gestellt. Es hat aber den Anschein, als ob diese wichtigen Vermittler einer kühlen Milchanlieferung nicht überall in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen oder nicht genügend bekannt sind. Während des Sommers stellt die Reichsbahnverwaltung auf wichtigeren Linien des Ostens Kühlwagen bereit, und zwar für die Zeit vom 15. Mai bis 15. September zur Beförderung wärmeempfindlicher Eilstückgüter, wie Butter, frisches Fleisch, frische Fische, geschlachtetes Geflügel, Eier usw. Im Eisenbahndirektionsbezirk Königsberg können bei sämtlichen Eilgutabfertigungen nach allen Stationen des Reiches wärmeempfindliche Eilstückgüter aufgeliefert werden. Stationen, die nicht direkt von Wärmeschutzwagen bedient werden, befördern die Kühlgüter mit günstigen Personenzügen nach der nächstgeeigneten Knotenstation zur Umladung in die Wärmeschutzwagen. Auch die Reichspost soll beabsichtigen, Postkühlwagen einzuführen auf den Strecken Ostpreußen — Berlin, Kiel — Leipzig, Hamburg — Bremerhaven nach Berlin und Leipzig und von Kiel nach dem Rheinland. Der Ausbau der Kühlwagen in dem Maße, daß Milch regelmäßig im Eisenbahnkühlwagen befördert werden kann, liegt im Interesse einer guten Milchversorgung. Heine empfiehlt für

[1]) Persönliche Mitteilung des Herrn Gsell.

[2]) Handbuch der neuzeitlichen Milchverwertung, 3. Aufl., 243.

den Milchtransport für Strecken, auf denen Milchkühlwagen nicht verkehren, eine Behelfseinrichtung in Form von mit einem Drahtgeflecht überzogenen Holzrahmen, die nach innen dicht mit Heu ausgepolstert sind. Durch die Polsterlage wird ein Raum abgeschlossen, der durch das Heu isoliert ist, wodurch bewirkt wird, daß die tiefgekühlt angelieferte Milch ihre niedere Temperatur unter Zunahme um nur 2—3°, also im wesentlichen, erhält. F. Ruppert[1]) berichtet über den Transport von Milch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, eine Butterfabrik in Pittsburg habe den Kannentransport für Milch abgeschaft und den Tanktransport in »Thermoswagen« eingeführt. Die Tankwagen setzen sich aus zwei Behältern zusammen, von denen jeder 10000 l faßt. Jeder Behälter ist von einer stark isolierenden Schicht umgeben, welche die Temperatur der Milch während der in Betracht kommenden 8 stündigen Fahrt unverändert läßt. Die Milch wird vor der Einfüllung in die »Thermoswagen« auf +5° C abgekühlt. Die Meierei Bolle in Berlin hat mit der Milchbeförderung in Tanks, die ein Fassungsvermögen von 130 l haben, bereits begonnen. Kuhlig[2]) sagt, auch in Deutschland sei der in Amerika übliche Transport in glasemaillierten Tanks anzustreben. Gompertz[3]) berichtet über anderweitige neuzeitliche Kälteanlagen für Eisenbahntransportwagen unter besonderer Berücksichtigung der Lebensmitteltransporte in Amerika. Vor dem Versand werden die Transportgüter durch Einblasen von Luft von etwa —7° C vorgekühlt, wodurch in ungefähr 4 Stunden die Temperatur auf etwa +3° C sinkt, worauf erst weiter mit Eis gekühlt wird. Wird unmittelbar mit Eis gekühlt, so beschlagen sich die Nahrungsmittel an der Oberfläche.

Eine weitere Etappe der Kälteanwendung bei der im Verkehr befindlichen Milch sind die Milchverbrauchsstellen. Wenn die Milch in den Verbrauchszentralen angekommen ist, ist sie dort jedenfalls bis zur Ausgabe kühl aufzubewahren. Wird die Milch in Flaschen angeliefert, wie dies bei den Vorzugsmilchbetrieben die Regel bildet und auch immer mehr angestrebt wird, so ist sie in einem Raume, der auf etwa 2° C zu halten ist, aufzubewahren. Nach N. Pohlmann[4]) dürfen bei den Kühlanlagen für Flaschenmilchbetriebe die maschinellen Anlagen nicht zu klein bemessen werden, weil es sich nicht um längere Lagerung, sondern um einen stetigen Wechsel der Ware und tägliches Hinunterkühlen der Milch in kurzer Zeit handelt.

Wo in den Milchverbrauchszentralen Milchhöfe eingerichtet sind, begnügt man sich nicht mit der Kühlung der eingehenden Milch, sondern unterwirft sie zuvor der sog. meiereimäßigen Behandlung. Die Milch wird mittels der Zentrifuge entschmutzt, hierauf der Dauerpasteurisierung, d. h. der Erhitzung auf 62—65° C auf die Dauer von ½ Stunde unterworfen und dann sofort tiefgekühlt. Die Tiefkühlung ist erforderlich, um die Frischerhaltung der Milch bis zur Abgabe an die Verbraucher zu sichern und um etwa anhaftenden Kochgeschmack zu verringern oder zu beseitigen.

Wo keine Milchhöfe sind oder der Verschleiß der Milchhofmilch durch Milchkleinhändler stattfindet, sollte jeder Milchhändler je nach dem Umfang seines Betriebes einen Kühlraum oder doch einen Kühlschrank mit maschineller Kühlung zur Aufbewahrung der Milch bis zur Abgabe an den Konsumenten zur Verfügung und im Gebrauch haben.

Zeiler hat in einem sehr beachtenswerten Vortrag über die Qualitätsbezahlung der Milch[1]) auf die Bedeutung der Kühlung hingewiesen, die die heute noch so sehr im Argen liegende Reinlichkeit der Milchgewinnung zum Teil ausgleiche. Er hat bei seinen Milchprüfungen gefunden, daß Milch, die nach dem Ergebnis der Alkoholprobe als absolut frisch und haltbar erschien, nach dem Ergebnis der sogen. Reduktaseprobe aber als eine reichlich mit Keimen versehene Milch beurteilt werden mußte, nur dadurch frisch erschien, daß diese Keime sich infolge der Kühlung nicht entwickeln konnten. Die Bedeutung der Kühlung ist damit klar gelegt als ein bedingter Ausgleich für unsaubere Gewinnung der Milch, deren Beseitigung erst allmählich durch Erziehung der Milchviehbesitzer zu sauberer Aufstallung der Milchkühe, insbesondere zur Aufstellung der Kühe auf Kurzständen, und zu peinlich sauberer Ausführung des Melkgeschäfts gelingen kann. Die Bedeutung der Kühlung wird aber schrittweise in dem Maße größer, in dem es den Bemühungen der Milchhygiene gelingt, eine hinsichtlich der Sauberkeit einwandfreie Milchgewinnung zu erzielen.

Die Kühlhaltung der Milch während der Dauer der Zuführung zur Kundschaft geschieht durch die größeren Milchhandlungen in besonderen Milchtransportwagen durch Eis, das in Eiskasten gelagert wird, welche die Milchbehältnisse umgeben.

Ein großer Mangel ist bis jetzt, daß die Milch, die mit aller Sorgfalt in die Haushaltungen geliefert wird, dort häufig durchaus unzweckmäßig aufgestellt und Temperaturen ausgesetzt wird, welche die Vermehrung der auch in der gekühlten Milch enthaltenen Bakterien begünstigen. N. Pohlmann[2]) sagt mit Recht, meistens höre die sachgemäße Behandlung der Milch mit dem Verkaufe auf. Nur die wenigsten Haushaltungen besäßen einen Eisschrank, obwohl dieser für die Erhaltung der Lebensmittel in der heißen Jahreszeit von größter Bedeutung sei. Dem ist durchaus zuzustimmen. Auch darin hat Pohlmann recht, wenn er für die Gesamtheit der im Haushalt vor Verderbnis zu schützenden Lebensmittel sagt, die Kühl- und Eisschränke müßten aber richtig gebaut sein, weil sie sonst mehr Schaden als Nutzen anrichten.

Im landwirtschaftlichen Betriebe mit Milcherzeugung muß die Kleinkältemaschine immer mehr Eingang finden. Es ist deshalb sehr erfreulich, daß im Auftrag des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft durch das Prüfungsamt für Milchgeräte in Halle a. S. zur Schaffung einer Milchkühlanlage für landwirtschaftliche Einzelbetriebe aufgefordert worden ist. Bei diesem Anlaß darf ich darauf hinweisen,

[1]) Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene, 34, 1924, 256.
[2]) Zeitschrift für die ges. Kälte-Industrie 1928, 37.
[3]) Eis- und Kälte-Industrie, 22, 1929, 126.
[4]) Kühlanlagen für Frischmilchbetriebe, Milchwirtschaftl. Zentralblatt, 58, 1929, 372.

[1]) Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene, 38, 1928, 438.
[2]) Milchwirtschaftl. Zentralbl. 58, 1929, 372.

daß sich Kleinkältemaschinen auch auf dem Lande an bestimmten Zentralen je für eine Mehrzahl von Gemeinden empfehlen für die Frischhaltung des Fleisches notgeschlachteter Tiere bis zum Abschluß der bakteriologischen Untersuchung darüber, ob das Fleisch in Verkehr gegeben werden kann oder nicht. Solche Anlagen sind dringend notwendig, um das Verderben des Fleisches der notgeschlachteten Tiere namentlich während der warmen Jahreszeit zu verhüten, wenn sich die Entscheidung über die Verwertung des Fleisches durch die in einem Laboratorium notwendige bakteriologische Untersuchung verzögert.

Besondere Verwendungsarten der Kälte findet die Kälte bei der Butter- und Käseherstellung. Wie Weigmann (a. a. O.) hervorhebt, ist die heute allgemein geübte Methode des Reifenlassens des Rahms die, daß man den zur Entfernung unerwünschter, den Buttergeschmack beeinträchtigender Keime pasteurisierten Rahm einer starken Kühlung unterwirft, diese einige Stunden auf ihn einwirken läßt und den Rahm dann auf die sog. Säuerungstemperatur wieder anwärmt. Die starke Abkühlung — jedenfalls unter 10° C — meist auf +6 bis 8° C hat den Zweck, das durch die Erhitzung weich gewordene Butterfett wieder fest werden zu lassen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Festigkeit der Butter zunimmt, je tiefer die Kühlung vorgenommen wird und je länger sie auf den Rahm einwirkt. Nach Untersuchungen von van Dam erfährt das Butterfett bei der Abkühlung eine allmähliche, mehr oder weniger rasch verlaufende Kristallisation. Nach der Abkühlung muß eine Anwärmung auf die Säuerungstemperatur stattfinden, damit die Milchsäurebakterien zur Geltung kommen können. Da eine hohe Säuerungstemperatur zu Butterfehlern führen kann, empfiehlt Weigmann die in dänischen Meiereien vielfach geübte Kühlreife des Rahms bei einer Temperatur von 10—15° C. W. Kirchner[1]) betont die Notwendigkeit der Abkühlung des Rahmes und der Magermilch auf tiefe Wärmegrade sofort nach ihrer Gewinnung mit Hilfe der Zentrifuge für die feinere Beschaffenheit und die Haltbarkeit des Rahmes, der Magermilch, der Butter und mancher Käsesorten. Bleiben Rahm und Magermilch längere Zeit den höheren Wärmegraden ausgesetzt, mit denen sie die Zentrifugentrommel verlassen haben, so tritt nicht nur schnell Uebersäuerung ein, die auch bei der Herstellung von Rahmkäse nachteilig ist, sondern die aus solchem Rahm gewonnene Butter ist weder fein noch haltbar. Nach Kirchner ist es unmöglich, ohne gute Kühlvorrichtungen jahraus, jahrein gute Butter zu gewinnen. Kuhlig (a. a. O.) führt noch weitere, sehr beachtliche Gründe für die Zweckmäßigkeit der Einstellung der Kühlmaschinen in die Butterfabrikation an, nämlich die Mehrausbeute — ohne Kühlung fällt der Wassergehalt der Butter zu gering aus [Pohlmann[2])] —, die Vermeidung von Verlusten durch Verderben und die Steigerung der Nachfrage bei stärkerem Angebot. Die Aufbewahrung der zum Verkauf fertigen Butter muß in einem kühlen, luftigen Orte geschehen, dessen Temperatur nach Kirchner 10° C nicht übersteigen soll. Verschiedene Eisenbahndirektionen haben für die Sommermonate besondere, in der Nacht verkehrende Butterzüge eingerichtet und Eiskühlwagen in bestimmte Züge der östlichen Provinzen Preußens sowie in Züge eingestellt, die nach großen Marktorten Nord- und Mitteldeutschlands verkehren. Die Zahl derjenigen belief sich nach Kirchner im Jahr 1910 auf 153, wozu noch 65 Milchbeförderungswagen kamen.

J. C. Marquard und J. Hucker[1]) haben Untersuchungen über den Einfluß des Kühlens auf die Qualität des Cheddarkäses angestellt und gefunden, daß die auf 4,4° C abgekühlte Milch das beste Erzeugnis gibt. Nach G. Eckardt[2]) wird die Sicherheit der Herstellung des Tilsiter Käses durch geeignete Kühleinrichtungen bedeutend gesteigert. Diese wenigen Beispiele zeigen schon die Wichtigkeit der Kühlung für die Käsefabrikation. Eckardt weist aber noch weiter darauf hin, daß das Blähen der Käse, der gefürchtete Käsefehler, durch Kühlhalten des Käses ganz beträchtlich gemindert wird, und bestätigt hiermit die bereits angeführte Annahme Weigmanns, der mit Rücksicht auf die Verhütung des Blähens eine stärkere Anwendung der Kälte auch bei der Käsefabrikation für angezeigt erhält. In der Tat, welche großen Verluste der Käserei würden vermieden werden, wenn es durch planmäßige Kühlreifung des Käses gelänge, dem Fehler des Blähens vorzubeugen. Da die am häufigsten auftretenden Käseblähungen gleich nach der Fabrikation einsetzen, handelt es sich nach Eckardt darum, die Kühlung so rasch wie möglich, nachdem die Molke aus den Käsen abgelaufen ist, einwirken zu lassen. Es komme daher neben der Kellerkühlung auch die Kühlung des Salzbades in Frage.

Die maschinentechnische Seite der Kühlung zu besprechen, ist meine Aufgabe nicht.

Die Bedeutung der maschinellen Kühlung bei der Herstellung von Eiskrem, dessen Verbrauch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine große Rolle spielt, ist bekannt. In Amerika bestehen nach einer Mitteilung von N. Pohlmann[3]) rund 3000 Eiskremfabriken. Aber auch in England, Holland, Dänemark und in der Schweiz mache die Eiskremindustrie Fortschritte. In Dänemark ist in der Stadt Esbjerg eine Eiskremfabrik in Betrieb genommen worden, die ganz Dänemark vermittelst Verkaufsdepots in Kopenhagen, Aarhus, Odense, Veile usw. versorgt, bei einer weitesten Entfernung von etwa 165 km. In Deutschland spielt die Eiskremfabrikation bis jetzt keine besondere Rolle. Vielleicht ist es aber möglich, auch diese Art der Verwertung der Milch zu fördern, dadurch, daß man nach dem Esbjergschen Vorbild Zentralen für die Eiskremfabrikation für größere Verbrauchsbezirke einrichtet.

Meine Herren! Ich bin am Schlusse! In Deutschland besitzen wir 9 Millionen Milchkühe, und der Wert der Milcherzeugung beläuft sich im Deutschen Reich auf 3 1/2 Milliarden Mark. Die Großstädte müssen täglich bedeutende Mengen Frischmilch zur Versorgung ihrer Einwohner heranführen: Dresden

[1]) Handbuch der Milchwirtschaft, 7. Auflage, Berlin 1922.

[2]) Milchwirtschaftliches Zentralbl. 58, 1929, 124.

[1]) Milchwirtschaftliche Forschungen, III. Orig., 359.

[2]) Molkereizeitung Hildesheim 1928, 1241.

[3]) Fabriken für Eiskrem, Kälteindustrie 1929, 101.

und Frankfurt a. M. je 150000, München 240000, Hamburg 500000 und Berlin 1000000 l [P. Borinski[1])]. Diese Zahlen zeigen, welche hohe Bedeutung die Kälteindustrie, die sich bei der Frischerhaltung des Fleisches schon eine so große Bedeutung gesichert hat, auch bei der Versorgung der Bevölkerung mit frischer, unzersetzter, wohlschmeckender und bekömmlicher Milch und ebensolcher Milcherzeugnisse erlangen kann. Die Kälteindustrie kann dazu beitragen, daß der Milchkonsum und der Konsum von Milcherzeugnissen, was im Interesse der Gesundheit der Bevölkerung und der erzeugenden Landwirtschaft dringend zu wünschen ist, bedeutend gehoben wird, da durch die Anwendung der Kälte die Lieferung einer gleichmäßig guten Milch und guter Milcherzeugnisse mit ermöglicht wird. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika entfielen im Jahr 1926 ein Viertel aller Ausgaben für Nahrungsmittel auf Milch und Milcherzeugnisse gegenüber nur 20% im Jahre 1920. Bei uns ist, wie ich schon dargetan habe, der Milchkonsum noch nicht auf der wünschenswerten Höhe. Die weitere Ausdehnung der Kältetechnik bei der Behandlung und Verarbeitung der Milch kann bei uns mit zu einer ähnlichen Steigerung des Verbrauchs von Milch und Milcherzeugnissen führen wie in Amerika.

Wenn es mir gelungen ist, durch meine Darlegungen mit einen neuen Anstoß zur Ausdehnung der Anwendung der Kälte bei der Behandlung und Verarbeitung der Milch gegeben zu haben, so würde ich dies im Interesse der Milchwirtschaft wie der Kältetechnik für einen großen Gewinn halten.

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen

**Vergleichende Versuche über den Wärmedurchgang mit vier verschiedenen Kühlsolen bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen.** Von R. Stückle und W. Emendörfer. Kälte, August 1930.

Die Verfasser haben im Laboratorium der Technischen Hochschule in Stuttgart Messungen mit Solen aus Reinhartin, Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium gemacht und zwar wurde die Wärmedurchgangszahl gemessen. Die Sole floß durch das Innenrohr von 25 mm l. W. eines Doppelrohrapparates mit einer Geschwindigkeit von 0,038 m/sek., das Wasser im Gegenstrom durch den Ringraum mit 0,056 m/sek. Das Wasser von 20° C erwärmte die Sole, deren Temperatur bei den verschiedenen Versuchen verändert wurde. Die Wärmedurchgangszahlen nehmen bei allen Solen mit abnehmender Temperatur ab, was ohne weiteres vorauszusagen war, da die Wärmeübergangszahl und damit die Durchgangszahl im wesentlichen von der mit sinkender Temperatur zunehmender Zähigkeit abhängt, und mit steigender Zähigkeit abnimmt. Die Wärmedurchgangszahlen nahmen in folgender Reihenfolge ab: Chlornatriumsole, Rheinhartin geringer Konzentration, Chlorkalziumsole, dann gebrauchte Chlornatriumsole, schließlich Chlormagnesiumsole und hochkonzentrierte Reinhartinsole. Inwiefern sich die Kochsalzsole durch Gebrauch geändert hat, ist leider nicht angegeben. Weitere Versuche müssen den wirklichen Verhältnissen mehr angepaßt werden. Auch ohne Versuche kann man sagen, daß es zweckmässig ist, eine möglichst wenig zähe Sole zu verwenden, die nicht konzentrierter sein soll als durch die Temperatur gefordert. Durch die Arbeit von Stakelbeck und Plank (diese Zeitschrift 1929, S. 105) sind die Zähigkeitswerte bekannt. Zur Bestimmung der Wärmeübergangszahl braucht freilich noch die Wärmeleitzahlen der Flüssigkeiten in Abhängigkeit der Temperatur und der Konzentration. Es ist erwünscht, daß diese Zahlen bestimmt werden. Vorerst wird man sie abschätzen müssen. Wenn man dies tut, dann kann man für jede Temperatur die Reihenfolge der Solen in Bezug auf ihre Wärmeübertragung bestimmen. Es wird natürlich nützlich sein, diese Aufstellung durch Versuche nachzuprüfen.

Krause.

[1]) Zeitungsdienst des Reichsmilchausschusses 4, 1930, Nr. 1.

## Kälteverwendung.

**Luftbehandlung in der Druckereiindustrie.** Von Willis H. Carrier. »Printing Industries«. Januar—April 29.

Zunächst geht der Verfasser von dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Papier ein, und zwar beträgt z. B. der Feuchtigkeitsgehalt von Offset-Papier 4,04% bei einer Luftfeuchtigkeit von 35%. Dieser Prozentgehalt steigt auf etwa 7,09% bei einer relativen Feuchtigkeit von 65%. Diese starke Feuchtigkeitsaufnahme beeinflußt das Papier sehr ungünstig besonders bezgl. seiner Ausdehnung. Der Betrag der Ausdehnung oder des Zusammenschrumpfens schwankt von 0,3 bis 0,5% quer zur Faser und von 0,056 bis zu 0,25% in Richtung der Faser bei einem Wechsel der relativen Feuchtigkeit von 35 bis zu 65%. Da innerhalb dieser Grenzen die vorgeschriebene Toleranz überschritten wird, ist es notwendig, eine bestimmte Feuchtigkeit in den Arbeitsräumen herzustellen. Der zu große Feuchtigkeitsgehalt des Papiers beeinflußt die Druckeigenschaften des Papiers durch ungleichmäßige Aufnahme der Tinte. Dagegen entstehen Störungen bei zu großer Trockenheit der Luft infolge Reibungselektrizität, wenn das Papier durch die Walze geht. Als beste Verhältnisse nennt der Verfasser eine Feuchtigkeit von 50 bis 65% im Sommer und 40 bis 50% im Winter bei einer Temperatur von 21 bis 26° C.

Die Entfeuchtung der Anlage geschieht in der bekannten Weise durch Tiefkühlen der Luft und nachträglicher Wiedererwärmung. Beständigkeit der Luftverhältnisse in den Arbeitsräumen erreicht man dadurch, daß das Kühlwasser stets automatisch auf gleiche Temperatur gehalten wird. Dieses Kühlwasser wird durch Düsen fein zerstäubt und so mit der zu kühlenden Luft in innige Berührung gebracht. Gleichzeitig wird diese Vorrichtung auch benutzt, um im Winter die Luft anzuwärmen und zwar wird in diesem Falle Dampf in das Wasser eingeblasen und so auf die gewünschte Temperatur gebracht. Auf diese Weise ist es möglich, die Anlage sowohl im Sommer wie auch im Winter vollautomatisch in Betrieb zu halten.

Die Kanäle, die die Luft in die Arbeitsräume führen, sind bei dieser Anlage aus Blech hergestellt im Gegensatz zu der bei uns meist in Holz ausgeführten Konstruktion.

Freund.

**Gefrorene Lebensmittel.** (Frozen foods) Ice and Refrigaration. Juni 1930.

Der Aufsatz befaßt sich mit der ausführlichen Beschreibung der bisherigen Erfahrungen und Verwendungsgebiete der Schnellgefriermethode nach Birdeye.

Die nach den neuen Gefriermethoden hergestellten Produkte sind den ungefrorenen Lebensmitteln vollkommen gleichwertig.

Die Gefrierapparatur nach Birdseye besteht aus einer langen Kühlkammer, ähnlich den Schokoladen-Kühlschränken, durch die ein endloses Band aus nichtrostendem Stahl läuft.

Die zu gefrierenden Produkte werden dann in verpacktem Zustand langsam (in etwa 1,5 Stunden) durch die Kammer transportiert, wobei diese oben ebenfalls durch ein Transportband bedekt werden, das sich automatisch, je nach der Stärke der Pakete einstellt.

Das Gefriergut ist also oben und unten mit Metallbändern in engster Berührung, die nun auf der Rückseite durch sehr tief gekühlte Sole bespült werden (—40 bis 45°). Während man früher zum Durchfrieren eines etwa 5 cm hohen, mit Schellfisch-Filets gefüllten Kartons etwa 10 Stunden benötigte, geschieht dies in oben beschriebener Weise in etwa 1,5 Stunden.

Das Schnellgefrieren allein bietet noch keine absolute Gewähr für ein vollkommenes Produkt, vielmehr muß dieses auch während seines Transportes und Lagerung vor Verderb geschützt werden. Einmal trocknet die Luft aus und verursacht Oxidation oder Ranzigwerden infolge Verbindung mit dem Luftsauerstoff. Diese Schäden sind besonders groß bei langsam eingefrorenem Fleisch, wo die zerstörten Zellen der Luft freien Eingang gestatten. Aus diesem Grunde sind die Haupterfordernisse des Schnellgefrierens, daß die zu frierenden Pakete voll gefüllt und mit einer für Feuchtigkeit und Luft undurchlässigen Verpackung (Pergament, Cellophan) versehen, und von rechteckiger Form sind.

Je tiefer die Temperatur ist, ein um so längeres Aufbewahren ist möglich. Fett und ölige Produkte werden bei —15 bis —12° C und andere mindestens bei —15° C gelagert. Bei Versuchen wurden die Lebensmittel nach einjähriger Lagerung in vollkommen einwandfreiem Zustande gefunden.

Die Kosten des Verfahrens werden als günstiger gegenüber dem früheren bezeichnet, da kein Verderb eintritt, ferner keine später abfallenden Teile mit eingefroren werden, und somit keine Arbeit beim Herrichten der Mahlzeit entsteht.

Während man früher das Gefrierfleisch erst langsam auftauen mußte, kann dies jetzt in fast gefrorenem Zustande in den Ofen oder in die Pfanne kommen.

Das Gefrieren von Früchten und Beeren befindet sich noch im Versuchsstadium. Ein grundlegender Unterschied besteht hier hinsichtlich der Zellenwandungen. Während bei Fleisch und allen tierischen Produkten die Wandungen elastisch sind und beim Schnellgefrieren des Inhaltes nicht zerstört werden, ist dies bei den Pflanzenzellen meist der Fall. Beim Einfrieren von Erbsen, Spargel, Spinat und Karotten ist dies ganz unwichtig, zumal diese doch gekocht werden und es ist sogar von Vorteil, da etwa 40 bis 60 % der Kochzeit zum Zerstören der Zellenwandungen aufgewandt werden. Diese Arbeit wird nun beim Gefrieren mit übernommen, wobei sich zeigt, daß tatsächlich die Kochzeit um 1/3 bis 1/ abgekürzt werden kann.

Ungeklärt liegen noch die Verhältnisse beim Gefrieren von Orangensaft, da es sich hier gleichzeitig um die Erhaltung des Aromas handelt.

Das Einfrieren von Austern hat sich ganz vorzüglich bewährt, wobei diese während des Schnellgefrierens aus der Schale entfernt und später wieder eingelegt wurden.

Die Verpackung erfolgt der Eigenart der Lebensmittel entsprechend, wobei die Isolierung lediglich den Zweck hat, ein Auftauen beim Transport von der Fabrik bis zu Kühlwagen oder zu den Laderäumen des Gefrierschiffes zu vermeiden.

Hierfür hat sich Wellpappe sehr gut bewährt, da sie die gleiche Isolierfähigkeit wie Korkplatten hat, ferner billig, leicht und widerstandsfähig ist.

Freund.

---

# Bücherbericht.

**Kältetechnik.** Von Dr. K. Drews. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale) 212 S., 100 Abb.

Der Verfasser stellt sich zur Aufgabe, »einen Einblick in das Gebiet der Kältetechnik zu geben«. Dies ist immerhin in gewissem Grade geschehen, trotz der ungleichmäßigen Behandlung der verschiedenen Kapitel. Die Aufführung der ungeheuren Anzahl von Patentschriftennummern ohne kritisches Eingehen auf deren Inhalt hat nur für sehr wenige Leser Bedeutung. Patentliteratur und Technik sind doch schließlich verschiedene Dinge. Vorschläge sind noch keine Erfolge. Anzuerkennen ist die sehr vollständige Angabe der Zeitschriften- und Buchliteratur. Aber auch hier fehlt, wie überhaupt, die Kritik des mit der Praxis vertrauten Fachmannes.

Krause.

**Technische Thermodynamik.** Von W. Schüle. Erster Band. Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen. 5te Auflage. Erster Teil: Lehre von den Gasen und Allgemeine thermodynamische Grundlagen. 385 S., 181 Abb., 3 Tafeln. Preis geb. 18 RM. Zweiter Teil. Lehre von den Dämpfen. 280 S., 140 Abb. 2 Tafeln. Preis geb. 16 RM. Verlag Julius Springer, Berlin.

Die Tatsache, daß eine fünfte Auflage — eigentlich eine sechste — notwendig geworden ist, beweist die große Beliebtheit des Buches in Kreisen der Maschinenbauer. Und diese Beliebtheit ist wohl begründet. Der Verfasser trägt den umfangreichen Stoff in leichtverständlicher und anschaulicher Weise so vor, daß er für die Anwendung unmittelbar geeignet ist.

Die Neuauflage ist durchaus dem heutigen Stande der Technik angepaßt. Das bezieht sich ganz besonders auf den zweiten Teil, der auf den heute bereits wichtigen Betrieb mit sehr hochgespannten Wasserdampf, das Regenerativ-Verfahren, ferner auf die Dampfspeicherung eingeht.

Die Theorie der Kältemaschine wird natürlich nur in ihren Grundlagen gebracht. Aber die ganze

Behandlung des Stoffes und insbesondere des 2 ten Hauptsatzes gibt dem Leser die Schulung, die er für die Lösung der besonderen Aufgaben unseres Faches braucht.

Zu wünschen wäre für die nächste Auflage eine eingehende Behandlung des Mollierschen J — x Diagrammes für feuchte Luft. Ferner wäre es sehr zu begrüßen, wenn sich der Verfasser entschließen könnte, sich in der Bezeichnung der thermischen Größen der Dämpfe an Mollier anzuschließen, dessen Bezeichnungsweise sich in der technischen Literatur vollständig durchgesetzt hat.

Das Buch kann auch in seiner neuen Auflage aufs wärmste empfohlen werden. Krause.

**Jahresbericht 1929 des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit.** RKW-Veröffentlichungen Nr. 60. Verlag des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit, Berlin. 195 Seiten. Für Inland kostenlos.

Das Buch berichtet über den Stand der überaus zahlreichen in Angriff genommenen Arbeiten und die erzielten Ergebnisse in übersichtlicher Zusammenstellung. Es zeigt sich, daß bisher bereits Bedeutendes geleistet worden ist, und auch trotz der Verknappung der vom Reich zur Verfügung gestellten Geldmittel weiter geleistet wird. Die Arbeiten haben nicht nur für die Maschinenfabrikation, sondern auch für die Landwirtschaft und damit auch für das Kühlhauswesen große Bedeutung. Krause.

**Deutsche Kühltechnik im Haushalt.** Von Richard Stetefeld. 102 Seiten, 29 Abbildungen. Stuttgart, Verlag von Konrad Wittwer. In Leinen gebunden RM. 4,80.

**Wastage in imported fruit; its nature, extent and prevention.** Von J. Barker. Food Investigation Special Report Nr. 38, 62 Seiten, 9 Tafeln. Preis (einschl. Porto) 1 s, 7 d. H. M. Stationery Office, Adastral House, Kingsway, London W. C. 2.

# Kleine Mitteilungen

**Fachnormenausschuß für Glasflaschen.** In der 3. Sitzung am 26. 7. 1930 standen zur Besprechung die Normblatt-Entwürfe E 4664 bis E 4674 über Stahlflaschen und Zubehör für Stahlflaschen sowie E 3172 »Leichtmetallflaschen-Kennzeichnung«.

Festgelegt wurde, daß in dem Kopf des Normblattes E 4664 »Stahlflaschen für verdichtete Gase« die verdichteten Gase wie folgt aufgezählt werden:

> Sauerstoff, Wasserstoff (auch mit Methan gemischt als Vulkangas), die sogenannten Edelgase, Grubengas, Leuchtgas, Kohlenoxyd, Stickstoff und Preßluft.

Ein Hinweis auf die Farbanstriche der Stahlflaschen wird zunächst nicht aufgenommen.

Der Entwurf E 4665 »Stahlflaschen für Kohlensäure« wird mit den Entwürfen E 4667 und E 4668 zusammengelegt. Angenommen wurde der Vorschlag, folgende Fußnote aufzunehmen:

»Kohlensäureflaschen sind auch mit 125 atü Fülldruck für verdichtete Gase zu verwenden, wenn sie für das befreffende Gas gestempelt und mit dem für dieses Gas zugelassenen Ventil versehen sind«. Aufgeführt werden folgende Stahlflaschengrößen für einen Kohlensäureinhalt von 1, 3, 5, 8, 10, 20, 25 und 30 kg. Der Fülldruck wird bei den Stahlflaschen für verflüssigte Gase weggelassen.

In den Entwurf E 4667 »Stahlflaschen für Chlor und schweflige Säure«, der mit den Entwürfen E 4665 und 4668 zusammengefaßt wird, werden folgende Stahlflaschengrößen für Chlor und schweflige Säure angenommen: 2,5 5, 10, 20, 40, 48 und 80 Liter. Statt der bisher üblichen 50-Liter-Flasche wird die 48-Liter-Flasche genommen, weil diese bei Chlor und schwefliger Säure ein rundes Füllgewicht (60 kg) aufnimmt, was einem Handelsbedürfnis entspricht. Dafür muß bei anderen Gasen, z. B. Chlormethyl usw., auf ein rundes Füllgewicht verzichtet werden.

Der Entwurf E 4668 »Stahlflaschen für Ammoniak«, der ebenfalls mit den Entwürfen E 4665 und 4667 zusammengefaßt wird, erhält Stahlflaschengrößen mit einem Inhalt von 5, 10, 20, 25 und 40 Litern, wobei die 5-kg-Flasche mit 140 mm Durchmesser, die übrigen mit 204 mm Durchmesser angegeben werden.

Es wurde ferner über Stahlflaschen für Acetylen und verflüssigtes Oelgas, Kappen und Halsringe für Stahlflaschen, Verschlußmuttern und Kennzeichnung für Leichtmetallflaschen verhandelt.

# Patentbericht.

**Anmeldungen.**

17 a, 4. R. 78 863. Dipl.-Ing. Josef Ruhland, Budapest-Köbanga; Vertreter: K. Eisenhardt, Pat.-Anwälte, München. Meß- und Prüfeinrichtung für den Flüssigkeitsumlauf in Kältemaschinen. 6. 8. 29.

17 a, 8. P. 57 552. Platen Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zur Hebung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. 12, 4. 28.

17 a. 10. P. 61 787. Platen Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm: Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kälteapparat. 16. 4. 29.

17 a, 13. B. 143 986. Brown, Boveri & Cie, A.-G., Mannheim. Wärmeaustauschvorrichtung, insbes. für Kältemaschinen. 4. 6. 29.

17 a, 1. P. 56 595. Dipl.-Ing. Kurt Piel, Düsseldorf Borsigstr. 22. Kompressionskältemaschine. 30.11.27

17 a, 6. D. 58 228. Dr. Walther Dietrich, Berlin-Wilmersdorf, Weimarische Str. 27, und Dr. Klemens Bergl, Berlin-Friedenau, Südwestkorso 70. Vorrichtung, insbes. zur Ausübung des Verfahrens des Hauptpatentes 498 133 zur Erzeugung von Kälte; Zus. z. Pat. 498 133. 19. 4. 29.

17 b, 6. E. 40 151. Fritz Ehring, Berlin NO 18, Lichtenberger Str. 9. Eiserzeuger 15. 11. 29.

17 g, 2. A. 59 780. L'Air Liquide, Société Anonyme pour l'Exploitation des Procédés Georges Claude, Paris; Vertr.: Dipl.-Ing. W. Massohn, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verfahren zur Trennung von Gasgemischen durch teilweise Verflüssigung; Zus. z. Pat. 495 429. 30. 11. 29. Frankreich 18. 12. 28.

17g, 2. F. 68205. Autogen Gasaccumulator Krükl und Hernsmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Str. 234. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen insbesondere von Luft; Zus. z. Pat. 490878. 19. 4. 29.

46d, 4. L. 61455. Olga Prinzessin zur Lippe, Berlin NW 40, Alsenstr. 11, und Marie Hildebrand, geb. Settele, Berlin-Zehlendorf, Parkstr. 39—41. Kaltdampfmaschine. 18. 10. 24.

**Anmeldung zurückgenommen.**

17a, 4. E. 38336. Verfahren zum selbsttätigen Anlassen und Stillsetzen von Kältemaschinen. 20. 3. 30.

**Erteilungen.**

17a, 19, 505689. Ubald Rivard Loranger, Riverside, Kanada, und Hubert Rivard Loranger, Hillsdale, V. St. A.; Vertreter.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kompressionskältemaschine. 17. 5. 27. L. 68669.

17b, 3. 505690. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen. Akt.-Ges., Wiesbaden, Hildestr. 4-10. Kupplungseinrichtung für Luftleitungen bei der Klareiserzeugung. 23. 11. 28. G. 74877.

17g, 1. 505900. Autogen-Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Fränkl, Augsburg, Ulmer Str. 234. Gasverflüssigungsverfahren. 19. 1. 27. F. 62879.

17g, 2. 505676. Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Rebstöckerstr. 57—59. Verfahren zur Zerlegung flüssiger Luft in Sauerstoff und Stickstoff bei Zweisäulenapparaten. 19. 2. 26. M. 93354.

17g, 4. 505803. Dr. Schulim Braunstein, Berlin W 15, Joachimsthaler Strasse 23/24. Mit einem evakuierten Mantel versehener Transportbehälter für verflüssigte Gase. 25. 3. 28. K. 108590.

17a, 1. 506848. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kompressionskältemaschine, insbes. für Haushaltskühlschränke. 5. 2. 28. A. 53195. V. St. Amerika 5. 2. 27.

17a, 3. 506820. Dipl.-Ing. Moritz Hirsch, Frankfurt a. M., Im Trutz 29. Stopfbüchsloser Kolbenverdichter, insbes. für Kältemaschinen. 10. 12. 27. H. 114251.

17a, 3. 507534. Dr. Hans Cassel, Berlin Charlottenburg, Lietzenburger Straße 17. Membranpumpe mit Flüssigkeitsfüllung, insbes. für Kältemaschinen. 7. 8. 28. C. 41171.

17g, 1. 507799. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H., Wien; Vertr.: M. Franke, Augsburg, Ulmer Straße 234. Gasverflüssigungsverfahren; Zus. z. Pat. 505900. 11. 3. 28. F. 65592.

**Löschungen.**

17a 494811
c 460480
d 457572

## Gebrauchsmuster.

17a. 1132347. Heinrich Noller jr., Schafbrücke, Saar. Vollständig eingekapselter, rotierender Kälteautomat mit zwangloser Flugkolbensteuerung und Luftkühlung. 11. 9. 29. N. 28973.

17c. 1131825. Frigidaire G. m. b. H., Berlin W 62, Lützowplatz 14. Kühlschrank. 15.7.30. F.1464.30.

17c. 1131826. Frigidaire G. m. b. H., Berlin W 62, Lützowplatz 14. Kühlschrank. 15.7.30. F.1465.30.

17a. 1132651. Richard Stetefeld, Berlin-Pankow, Schönholzerstr. 1. Hochleistungsumlaufverdampfer. 19. 7. 30. St. 1131.30.

**Verlängerung der Schutzfrist.**

17a. 1008703. c. 989079, 990796.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Physik.-Techn. Reichsanstalt Berlin

Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **H. J. Heising,** Ing., Berlin NW 21 Rathenowerstr. 53. Postscheck-Konto: Deutsche Kälteverein Berlin 148122.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dr.-Ing. e. h. **R. Pabst,** Köln
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bütz1er,** Köln

An unsere verehrlichen Mitglieder!

An Stelle des uns durch den Tod entrissenen Schatzmeisters, des Herrn Direktors E. Brandt, haben wir Herrn Ing. H. J. Heising gewählt (§ 18, Abs. 7 der Satzungen), dessen Geschäftsadresse lautet: Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53. Für den Postscheckverkehr bleibt die bisherige Bezeichnung, nämlich: Deutscher Kälte-Verein, Berlin 148122.

Betr. Fest der Technik 1930. Am Freitag, dem 7. November d. J., abends, findet wiederum das von den 25 Berliner technisch-wissenschaftlichen Vereinen in sämtlichen Restaurationsräumen des Zoologischen Gartens zu Berlin vorbereitete Fest der Technik statt, wozu wir unsere Mitglieder nebst Angehörigen und Freunden hiermit ergebenst einladen. Der Reinerlös wird wieder für Unterstützungszwecke verwandt. Und da der finanzielle Erfolg in hohem Maße von der Tombola abhängen wird, sind wir für diesbezügliche Spenden besonder dankbar. Die Liste der Spender und Spenden wir im Festprogramm abgedruckt und die Spende können mit Herkunftsschildchen versehen werden

Eintrittskarten einheitlich RM. 10.—, Ausgabe nur durch den Schriftführer, Herrn Ob.-Ing A. Kaufmann, Berlin W 35, Blumeshof 14. Anmeldung zwecks Vormerkung und Tischbelegung möglichst frühzeitig erbeten. Die Vormerkung erlischt wenn der Betrag für die Eintrittskarten bis 20. Okt d. J. nicht beim Schatzmeister eingegangen ist. De Versand der Karten erfolgt nach Bezahlung. D die Karten auf Namen ausgestellt werden, bitte wir bei der Bestellung um recht deutliche Schrift

Der Vorstand.

I. A.: Kaufmann, Schriftführer

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1894 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

chriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

0. Heft | Berlin SW. 9, im Oktober 1930 | 37. Jahrgang


Inhalt:


**bhandlungen, Vorträge, Berichte.** Untersuchung über die Ursache und Verhinderung der Verfärbung von Gefrierfleisch. Von Dr.-Ing. R. Heiss, Karlsruhe. S. 189. — Wärmeübergangszahlen wässeriger Lösungen von Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Reinhartin bei turbulenter Strömung in Rohren. Von Dr.-Ing. K. Linge. S. 194. — Die Erweiterung der Kühlanlage im Städtischen Schlachthof in Stuttgart. Von Dr. med. vet. Kösler, Stuttgart. S. 196. — Neue russische Kühlhäuser. Von Oberingenieur Otto Weißenstein. S 197.— **Zeitschriftenbericht.** S. 200. — **Bücherbericht.** S. 203. **Kleine Mitteilungen.** S. 203. — **Persönliches.** S. 204. **Patentberichte.** S. 204. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 208. Berliner Kälte-Verein. S. 208.


## bhandlungen, Vorträge, Berichte.

### ntersuchung über die Ursache und Verhinderung der Verfärbung von Gefrierfleisch[1]).


Von Dr. Ing. R. Heiss, Karlsruhe.

itteilung aus dem Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe).


Durch die Kontingentierung des Gefrierfleischhandels in den letzten Jahren das Interesse für sich darauf ziehende Probleme in Deutschland etwas geringer worden. Es wäre aber verfehlt, wollte man daraus ne Abnahme der Bedeutung des Gefrierfleisches auf m Weltmarkt ableiten. Hier ist im Gegenteil die chfrage sogar etwas im Zunehmen begriffen. Der Grund für ist die immer mehr sich Bahn brechende Erkenntnis, ß die Frischhaltung durch das Gefrierverfahren noch ute das einzig zuverlässige Mittel ist, zwischen den f dem Erdball ungleichmäßig verteilten Fleischvor- en in den Produktionsländern einerseits und den aaten größter Bevölkerungsdichte andererseits einen sreichenden Ausgleich zu schaffen. Dabei kommt s Kühlfleisch nur unter bestimmten Bedingungen, r Transport lebender Tiere fast nie als Konkurrent Frage.

Das heute ausschließlich benutzte Verfahren des eischgefrierens ist das Gefrieren in Luft. Dieses hat rschiedene Nachteile, weshalb sich im letzten Jahrnt immer wieder Ansätze zeigten, in ähnlicher eise wie bei den Fischen die Schnellgefrierverfahren ch für Warmblüterfleisch durchführbar zu machen. e Schnellgefrierverfahren bestehen darin, daß man n Wärmeübergangskoeffizienten in Bezug auf das friergut dadurch vergrößert, daß man nicht in Luft, ndern in tiefgekühlter Sole einfriert. Das Gefrieren Kochsalzsole hat folgende Vorteile:

1. Die Gefriergeschwindigkeit wird um ein Vielfaches ßer als beim Einfrieren in Luft.

1. Die Verteilung des Wassers in den Kolloiden rd gleichmäßiger als beim Einfrieren in Luft, was bedeutet, daß das Fleisch nach dem Auftauen und vor dem Schnellgefrieren in seiner Struktur nicht wesentlich verschieden ist.

3. Durch die oberflächliche Salzhaut werden bei schnellgefrorenem Fleisch die Verdunstungserscheinungen und dadurch die Gewichtsverluste geringer.

4. Die Schnellgefrierverfahren ergeben wesentliche Ersparnisse an Raum, Zeit und Kälteverlusten.

Diesem Vorteil steht als einziger Nachteil gegenüber, daß allmählich eine Verfärbung des Fleisches ins Graubraune eintritt. Wenn auch diese Erscheinung im wesentlichen nur einen Schönheitsfehler vorstellt, darf sie doch nicht leicht genommen werden, da sie in der Lage ist, den Verkaufswert zu schmälern, und dadurch die Anwendung von Schnellgefrierverfahren für Warmblüterfleisch auszuschließen.

Die bisherigen Versuche zur Verhinderung der Verfärbungserscheinungen an solegefrorenem Warmblüterfleisch stammen von Plank und Oestert. Plank[1]) schrieb der Kochsalzlösung das Verschulden für die Verfärbung zu, wobei er zwischen der eingedrungenen Kochsalzlösung und einer kappillar durch Adhäsion haftenden Flüssigkeitshaut unterschied. Er schlug vor, diese Flüssigkeitshaut durch geeignete Nachbehandlung zu entfernen. Das Verfahren hatte eine Reihe guter Ergebnisse; eine praktisch völlig ausreichende Verhinderung der Verfärbung wurde aber nicht erreicht. Oestert[2]) erhielt günstige Ergebnisse bei Anwendung alkalischer Zusätze, wobei er aber mit Ausnahme von Ammoniak Zusätze wählte, die nach dem Fleischbeschaugesetz ausdrücklich verboten sind. Auch das Auftragen von Talgschichten vor dem Einbringen des Fleisches in die Sole schied aus einer Reihe von Gründen für die praktische Auswertung aus. Bei Aufnahme eigener Versuche war dies der Stand der Technik.

Zur Gewinnung neuer Kenntnisse war es wesentlich, systematisch vorzugehen und alle Grenzgebiete zu berücksichtigen. Auf Grund von Arbeiten von Miß Foster[3]) war es wahrscheinlich, daß die Koch-

[1]) Vorgetragen in der Hauptversammlung des deutschen Kältevereins in Stuttgart am 5. Juni 1930.

[1]) R. Plank: Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie 1924, H. 6.

[2]) Oestert: „Neue Untersuchungen über die Konservierungen von Fleisch durch das Ottesen-Gefrierverfahren", Beihefte zur Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie 1927, Reihe 1, Heft 1.

[3]) „The Effect of Freezing in Brine on the Colour of Beef", Report to the Food Investigation Board, 15. August 1919.

salzlösung auf den Blutfarbstoff, das Hämoglobin, dergestalt einwirkt, daß das mißfarbene Methämoglobin entsteht. Zum Verständnis sei kurz auf den Bau des Hämoglobins eingegangen. Es besteht aus dem Globulin, einer farblosen Eiweißkomponente und dem eigentlichen Farbstoffträger, dem Hämatin.

Hämoglobin

Globulin (96%) — Hämatin (4%)

Das Hämatin enthält ein Atom Eisen im Molekül, welches den lebensnotwendigen Sauerstoff abbindet. Dabei verwandelt sich das Hämoglobin (kurz: Hb) in Oxyhämoglobin: $Hb + 0_2 = Hb\,0_2$. Dieses ist der Farbstoff, welcher sich auf der Oberfläche eines an der Luft lagernden Fleischstückes zeigt. Das obenerwähnte Methämoglobin ist lediglich eine stabile Endform des Oxyhämoglobins mit strukturverschiedener Bindung des Sauerstoffs, wahrscheinlich ist dieser bei Methämoglobin in Ferriform, bei Oxyhämoglobin in Ferroform an das Hämoglobin gebunden. Nach Untersuchungen von Keilin[1]) sind die Eigenschaften des Muskelfarbstoffes, des Cytochroms, in weitgehendstem Maße denen des Blutfarbstoffes ähnlich, sodaß unter der Annahme, daß die Fleischfarbe sowohl durch Muskel- wie durch Blutfarbstoff gebildet wird, alle Betrachtungen gleichmäßig für beide Körper gelten. Soviel war bekannt. Unbekannt war vor allem, weshalb eine Aenderung des Farbstoffes gerade durch Sole hervorgerufen wird. Die Erkenntnis der Ursachen erschien aber wesentlich, um wirksame Verhinderungsmittel ableiten zu können. Eine Beurteilung erschien nur möglich, wenn man die beim Gefrierprozeß wirksamen Faktoren möglichst einzeln auf ihre Wirkungen betrachtete.

Zunächst wurde die Wirkung des Abschreckens auf die Fleischfarbe untersucht. Zu diesem Zwecke wurden Fleischproben in undurchdringlichen Hüllen eingefroren. Sofort nach dem Eintauchen in die kalte Sole zeigte sich eine starke Farbaufhellung, welche aber, wie spätere Untersuchungen zeigten, durch Hämolyse, d. h. durch Austritt von Blutfarbstoff aus den Blutkörperchen verursacht war und nach einer gewissen Lagerzeit wieder zurückging. Nun blieb nur übrig, daß entsprechend früheren Annahmen die Kochsalzsole den Farbumschlag hervorruft. Bei der Untersuchung der Ursachen dieser Eigenschaften der Sole wurde zunächst in Erwägung gezogen, daß sich die Eiweißkomponente des Hämoglobins ändert und dadurch die Farbkomponente instabil würde. Aber diese Vermutung bestätigte sich ebensowenig wie die in Erwägung gezogene Möglichkeit, daß die Auslaugung der Oberflächenschicht beim Eintauchen in Sole von Einfluß ist. Dadurch war die bereits von anderer Seite aufgestellte Vermutung, daß es sich um eine Methämoglobinbildung handelt, indirekt bestätigt. Ein direkter Beweis erfolgte unter anderem durch eine spektrale Untersuchung der Preßsäfte von verfärbtem Fleisch, welche eindeutig dieselben zusätzlichen verwischten Streifen bei den Frauenhoferschen Linien C und zwischen E und F ergaben, wie sie bei der chemischen Herstellung von Methämoglobin durch Versetzen von Oxyhämoglobin mit einem Oxydationsmittel charakteristisch sind. Aehnliche Streifen, wenn auch weniger ausgeprägt entstanden, wenn man von monatelang in Luft gefrorenem Fleisch Preßsäfte spektroskopisch untersuchte. Es handelt sich also auch bei den, nach allerdings wesentlich längerer Zeit bei luftgefrorenem Fleisch auftretenden Verfärbungen um eine Methämoglobinbildung, eine Tatsache, die bisher noch nicht genügend beachtet worden ist.

Nach Erreichen dieser Erkenntnisse war aber noch in keiner Weise übersehbar, weshalb beim Gefrieren in Luft die Methämoglobinbildung langsamer als beim Gefrieren in Sole erfolgt und wodurch diese spezifische Wirkung der Sole bedingt ist.

Zunächst war naheliegend, von der hygroskopischen Verschiedenheit der Oberflächen von luft- und solegefrorenem Fleisch auszugehen. Es zeigte sich aber, daß beim Einfrieren in Lösungen ähnlicher hygroskopischer Wirkung wie Kochsalz, keine Verstärkung der Verfärbung eintritt, wohl aber bei Verwendung starker Elektrolyten. Diese Erscheinung machte es wahrscheinlich, daß die Methämoglobinbildung durch eine Verschiebung des Jonengleichgewichtes verursacht würde. Zum Nachweis wurden Preßsäfte von Proben, welche in Luft, bzw. Sole gefroren waren, auf ihre Wasserstoffjonenkonzentration ($p_H$) mittels einer Kompensationsbank nach dem Verfahren von Kjeldahl geprüft. In größeren Versuchsreihen ergab sich hierbei für frisches Fleisch ein $p_H$ von im Mittel 5,29, bei solegefrorenem Fleisch desselben Muskels ein $p_H$ von im Mittel 3,97. Da der Neutralpunkt bei einem $p_H$ von etwa 7,0 liegt, bedeutet dies eine erhebliche Verschiebung der Wasserstoffjonenkonzentration beim Einfrieren in Sole nach der sauren Seite. Nun war es mit einem Schlag klar, weshalb Alkalien, die schon in früheren Versuchen von Miß Foster bezw. von Oestert zur Sole zugesetzt wurden, die Farbe besser erhalten, als Säuren, welche eine Bräunung hervorrufen; außerdem, weshalb sich jedes gefrorene Fleisch nach einer Reihe von Monaten auch in tieferen Schichten verfärbt, weil ja dazu die Gegenwart von Sauerstoff nicht unbedingt nötig ist. Es mußte also die Verfärbung ebenso auftreten, ob das Fleisch in gewöhnlicher Luft oder in konzentriertem Sauerstoff lagert. Das bestätigte sich nicht nur, sondern es ergab sich sogar, daß die Fleichfarbe sich in reinem Sauerstoff länger erhält[1]).

Zusammenfassend kann auf Grund der Untersuchungen über die Verfärbungsursache angegeben werden, daß durch das Eintauschen der Fleischstücke in die Sole das Jonengleichgewicht des Plasmas nach derselben Seite wie bei der Autolyse verschoben, also deren Wirkung unterstützt wird. Durch die Jonenverschie-

[1]) Keilin: Proceed. of Royal Society B. **98, 312,** 1925 und **129.** 1926 und Compt. Rend. de la Soc. de Biol. Paris, Reunion plenière, **97,** S. 39, 1927.

[1]) Parallel mit dieser Untersuchung laufende englische Versuche (Brooks, J., Post-mortem Formation of Methaemoglobin in Red Muscle, Biochem. J. 1929, **23.** 1391) ergaben dasselbe Ergebnis und weiterhin noch die interessante Tatsache, daß die Bräunung am stärkstem bei einem Sauerstoffdruck von 4 mm ist. Das bedeutet, daß — unter der Annahme, daß im Fleischinnern die Sauerstoffkonzentration mit dem Abstand von der Oberfläche abnimmt — mit wachsender Sauerstoffkonzentration das Verfärbungszentrum immer mehr in Innere rückt, mit sinkendem Partialdruck dagegen sich der Oberfläche nähert, die verfärbte Schicht also immer dünner wird.

ungstheorie kann sowohl die durch langsame Autolyse erursachte Methämoglobinbildung bei luftgefrorenem, vie auch die schnelle Verfärbung bei solegefrorenem leisch geklärt werden. Selbstverständlich kann bei inem derart komplizierten Gebilde, wie es das Plasma orstellt, nicht angenommen werden, daß dies die inzige Ursache der Methämoglobinbildung ist, um o mehr als diese eine stabile Endform, die unter llen Umständen angestrebt wird, vorstellt. Es wurde ber sicherlich ein ganz außerordentlich wichtiger Vorgang, der ohne Zweifel dominierend ist, heraus-eschält. Wie allerdings die Jonenverschiebung mit er Methämoglobinbildung gekoppelt ist, inwieweit atalytische Prozesse eine Rolle spielen können, muß er Forschung des Biochemikers überlassen bleiben.

Durch die Untersuchungsergebnisse ließen sich olgende gangbare Wege zur Verhinderung der Methämoglobinbildung ableiten:

1. Verhinderung der Wechselwirkung zwischen der ole und den Fleischfarbstoffen durch Anwendung on undurchdringlichen Schutzhüllen.

2. Verschiebung des Jonengleichgewichtes nach ach der alkalischen Seite, also Weiterverfolgung der rbeiten von Oestert mit Ammoniak.

3. Lagerung des Fleisches in chemisch wenig wirk-amen Gasen.

4. Ersatz der Sauerstoffkompenente im Hämoglobin or einer Umsetzung in Methämoglobin in eine ebenso tabile Endform, welche aber eine rote Farbe hat.

Bei der nun folgenden Durchführung der Versuche urden Probestücke von schierem Rindfleisch von twa 10 mm Dicke verwendet. Durch die Wahl eines erart ungünstigen Verhältnisses von Oberfläche zum ewicht war verbürgt, daß bei einem Erfolg ein usreichender Sicherheitsfaktor für die praktische erwertung vorhanden war. Die Proben wurden in inem Behälter nach dem Schnellgefrierverfahren von ttesen bei —10,4° eingefroren. Die Lagerung der roben erfolgte für die informatorischen Vorversuche n einem Kühlraum von genau abgestimmter Tempe-atur und Feuchtigkeit; für die Hauptversuche wurden ie Proben in Eiszellen, in möglichster Annäherung n die Verhältnisse in Gefrierräumen, bei —10° und 5% von relativer Feuchtigkeit gelagert.

Für die Versuche mit Hüllen wurden Gummi-toffe der Klepperfaltbootwerke Rosenheim und Ballon-toffe des Luftschiffbaues Zeppelin G. m. b. H. ver-endet. Die Fleischproben wurden mit Ammoniak n geschlossenen Begasungsgefäßen begast, welche orher durch eine Wasserstrahlpumpe evakuiert urden. Die Begasung mit anderen Gasen erfolgte adurch, daß in einen geeichten Gasometer mittels iner Buntebürrette genaue Anteile eingemessen und e nach den gewünschten Konzentrationsverhältnissen uft nachgefüllt wurde; diese Mischung wurde in in Begasungsgefäß unter Verdrängung dessen Wasser-nhaltes eingeleitet. An Gasen wurden mit Ausnahme es bereits erwähnten Ammoniaks benützt: Wasser-toff, Stickstoff, Kohlendioxyd, Aethylen, Chlormethyl.

Die Aufgabe der ersten informatorischen Versuche ar, die grundsätzliche Eignung dieser Gase für die rhaltung der Fleischfarbe zu untersuchen, weiterhin zu rüfen, ob eine Begasung vor oder nach dem Einfrieren n Sole günstiger ist. Es ergab sich, daß einzig Kohlen-onoxyd und Wasserstoff in befriedigender, Ammo-iak in beschränkter Weise die Fleischfarbe günstig beeinflussen, weiterhin, daß die Vorbegasung der Nachbegasung vorzuziehen ist. Nach dieser Erkenntnis war die praktische Verwertbarkeit dieser Gase zu untersuchen. Wasserstoff kam wegen der ganz außerordentlichen Gefahr brisanter Zündungen für die praktische Verwertung nicht in Frage. Die mit Ammoniak begasten Proben zeigten nach längerer Lagerung wohl eine noch angängige rote Farbe, aber ein mattes Aussehen, außerdem machte es Schwiergkeiten, wegen seiner stark absorbierenden Eigenschaften jeweils die günstigste Dosis zu erreichen. Schließlich war es kaum möglich, eine nahrungsmittelchemische Beanstandung derart behandelten Fleisches auszuschließen, da die nach den Ausführungsbestimmungen des Fleischbeschaugesetzes üblichen Methoden zum Nachweis beginnender Fleischfäulnis Verfahren zur Feststellung entstehenden Ammoniaks sind. Bei Kohlenmonoxyd bestand diese Gefahr nicht. Wohl ist es außerordentlich giftig, aber es ist kein Magen- sondern ein Lungengift. Bekanntlich ist ja auch im Rauch Kohlenoxyd in nicht unerheblichen Mengen vorhanden, ohne daß es jemanden einfiele, darum geräucherte Waren für den Genuß zu verbieten. Um alle Bedenken zu zerstreuen, wurden laufend Kostproben entnommen. Von Bedeutung ist außerdem noch, daß die Möglichkeit einer strafbaren „Schönung" einmal verfärbten Fleisches durch Kohlenoxyd sich als unmöglich erwies.

Als Schlußergebnis der Versuche, welche zur Verhinderung der Verfärbung angestellt wurden, konnte gebucht werden, daß es beim Einfrieren in Schutzhüllen möglich war, schnell gefrorenem Fleisch dieselbe Farbkonservierung wie luftgefrorenem Fleisch zu verleihen. Völlig befriedigende Versuche wurden einzig durch Vorbegasung mit Kohlenoxyd erreicht. Umfangreiche Versuchsreihen — im ganzen wurden fast 700 Proben untersucht — ergaben, daß eine lange Begasungszeit bei niederer Konzentration einer kurzen bei hoher Konzentration nicht gleichwertig ist. Einwandfreies Aussehen nach drei Monaten Lagerzeit zeigten bei den Vorversuchen lediglich Proben, welche vor dem Einfrieren in Sole 15 Stunden mit 100%igem CO begast waren, und Proben, welche in mindestens 20%iger Kohlenoxydatmosphäre dauernd gelagert wurden. Weiterhin ergab sich, daß die Bildung der Verbindung des Kohlenoxyds mit dem Blutfarbstoff, das Kohlenoxydhämoglobin, das eine sehr schöne rote Farbe hat, reversibel verläuft.

Da Kohlenoxyd eine außerordentlich viel größere Affinität zu Hämoglobin als Sauerstoff hat — bei den angewandten Temperaturen ist sie etwa 200 mal größer —, waren diese Ergebnisse zunächst unverständlich. Die Erklärung hierfür brachte die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes, welches sich folgendermaßen formulieren läßt: Die Reaktionsgeschwindigkeit ist dem Produkt aus den Konzentrationen der an der Reaktion beteiligten Substanzen proportional. Wendet man das Gesetz jeweils auf die Bildung und Zerstörung des Oxydhämoglobins und des Kohlenoxydhämoglobins an, so ergeben sich als Dissoziationskurven jeweils gleichzeitige Hyperbeln, deren Parameter verschieden ist. In gewöhnlicher Luft würden nach diesen Kurven z. B. 95,2% des Hämoglobins mit Sauerstoff gesättigt sein, d. h. 95,2% sind $O_2Hb$, 4,8% Hb. Wird nun ein Fleischstück, welches in Luft lagerte, in ein Begasungsgefäß gebracht, welches

Kohlenmonoxyd und Luft in einem bestimmten gegenseitigen Konzentrationsverhältnis enthält, so wird jedes der beiden Gase gleichzeitig sich an dem Kampf um den Besitz des Hämoglobins beteiligen. Die Voraussetzungen für diesen Kampf sind ungleiche, denn das Kohlenoxyd ist viel stärker; bereits bei Anwesenheit von 5% Kohlenoxyd in der Luft sind 75%, bei 15% sind 90% des Hämoglobins von ihm besetzt (Abb. 1). Damit war geklärt, weshalb eine Dauerlagerung unter 20% nicht erfolgreich war und keine Sicherheit für längere Erhaltung der Farbe bot. Aber auch der Grund, weshalb der Vorgang bei vorübergehender Begasung reversibel ist, kann aus dem Schaubild

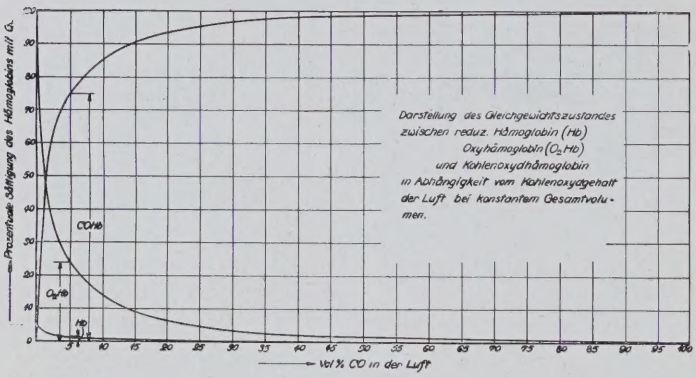
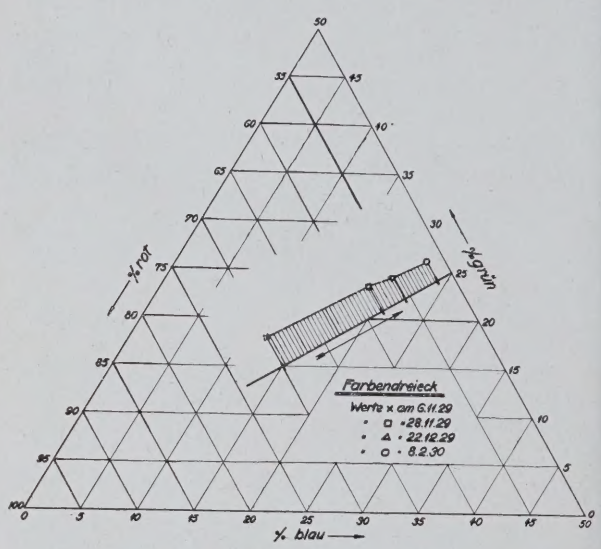



Abb. 1.

abgelesen werden. Das Fleischstück wird nach der Begasung im Solebad eingefroren, dann kommt es in den normalen Lagerraum. Hier ist trotz der großen Affinität des Kohlenoxydes die Massenwirkung des Sauerstoffes auf die Dauer weitaus vorherrschend. Der Sauerstoff liegt sozusagen auf der Lauer und sucht Stück für Stück den seinem Partialdruck entsprechenden Hämoglobinanteil wieder an sich zu reißen, welcher sich zu 95,2% ablesen läßt. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann ihm das gelingen wird. Durch die erwähnte Vorbegasung des Fleisches mit 100%igem Kohlenoxyd konnte die Fleischfarbe, wie bereits erwähnt, drei Monate lang nach dem Einfrieren in Sole tadellos erhalten bleiben.

Damit waren die nötigen Grundlagen zu den bindenden Hauptversuchen gegeben. Ein Mangel bestand nur noch darin, daß der bisherige Weg, die Farbänderung durch subjektive Beobachtung festzulegen, als nicht genügend zuverlässig erscheinen konnte. Es mußte vor allem eine genaue Festlegung dahingehend erfolgen, wie weit sich die Farbe der aufgetauten Fleischprobe nach dreimonatlicher Lagerung von dem Farbtonbereich, welcher innerhalb gewisser Grenzen für die betreffende Fleischsorte charakteristisch ist, bei den einzelnen Behandlungsverfahren entfernt. Die Ermöglichung eines objektiven Urteiles durch Anwendung des Ostwaldschen Farbenatlasses, durch Farbenphotographie bzw. spektrale Untersuchungen kam aus hier nicht näher zu erörternden Gründen nicht in Frage. Als recht brauchbar erwies sich dagegen das Blochsche Farbenphotometer. Mittels dieses Instrumentes ist es möglich, aus der Fleischfarbe ihre Zusammensetzung an rot, grün und blau herauszufiltern, außerdem das Totalreflexionsvermögen, also die Helligkeit zahlenmäßig festzulegen. Der Farbeindruck des menschlichen Auges mißt nämlich gleichzeitig die Farbigkeit, die Farbsättigung und die Helligkeit.

Die Farbigkeit läßt sich bei der Photometerablesung von der Farbsättigung nicht trennen. Da sich nach der Young-Helmholzschen Farbentheorie jede Farbe aus den Anteilen rot, grün und blau zusammensetzen läßt — darauf beruht ja auch die Farbenphotographie —, kann man diese Anteile als Komponenten eines Koordinatensystems darstellen, dadurch entsteht ein Farbendreieck. Innerhalb der Fläche dieses Dreieckes ist jede beliebige Farbe definiert. In Abb. 2 ist die Fleischfarbe zu Beginn der Lagerung eines Fleischstückes eingetragen und ihre Aenderung in einem bestimmten Zeitraum verfolgt. Man sieht, daß der Rotgehalt sich verringert und der Blau- und




Änderung der Farbe einer Fleischprobe während dreimonatlicher Lagerung

Abb. 2.

Grüngehalt sich entsprechend vergrößert. Dabei ist das Verhältnis von Blau zu Grün ungefähr konstant. Trägt man senkrecht zu dieser Farb- und Sättigungsänderung die Helligkeit auf, so ist die Totaländerung der Fleischfarbe eindeutig bestimmt. In den folgenden Abbildungen ist die Helligkeit in die Zeichenebene umgeklappt.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden bei den Hauptversuchen angewandt. Die Versuchsgrundlagen waren dabei dieselben wie bei den Vorversuchen. Das ungünstige Oberflächenverhältnis wie bei den Vorversuchen wurde beibehalten, nur mit dem Unterschied, daß Stücke von einigen Kilogramm verwendet wurden. Die Begasung erfolgte ebenfalls wie früher lediglich mit dem Unterschied, daß gleichlaufend auch noch mit geringen Ueberdrücken im Autoklaven begast wurde. Die Lagerbedingungen wurden dadurch etwas verbessert, daß in die Eiszellen durch eine Wasserstrahlpumpe dauernd etwas frische Luft umgewälzt wurde, um die im Lauf mehrerer Monate unvermeidlichen Verfärbungen durch Austrocknung auf ein Mindestmaß zu bringen. Diese Maßregel erwies sich als wesentlich und ermöglichte eine Verkürzung der Begasungszeit auf drei Stunden. Die Versuchsstücke wurden in Zeitspannen von je einem Monat im Blochschen Photometer kolorimetriert. Um vollkommen sicher zu gehen, wurden Versuche von Rind-, Schweine- und Hammelfleisch parallel angesetzt.

Aus Abb. 3 ist zu ersehen, daß jeder Tiergattung ein bestimmter Farbenbereich und eine bestimmte Sättigung zukommt. Die Schwankungen innerhalb derselben Gattung sind durch die Art der Muskulatur, das Alter des Tieres, den Ernährungszustand u. dgl. verursacht. Die Aenderung der Farbe ist dabei im wesentlichen eine Aenderung der Farbsättigung, nicht der Farbqualität. Nach Keilin[3]) ist nämlich das Spektrum von Cytochrom und Hämoglobin der verschiedensten Tierarten kaum zu unterscheiden.

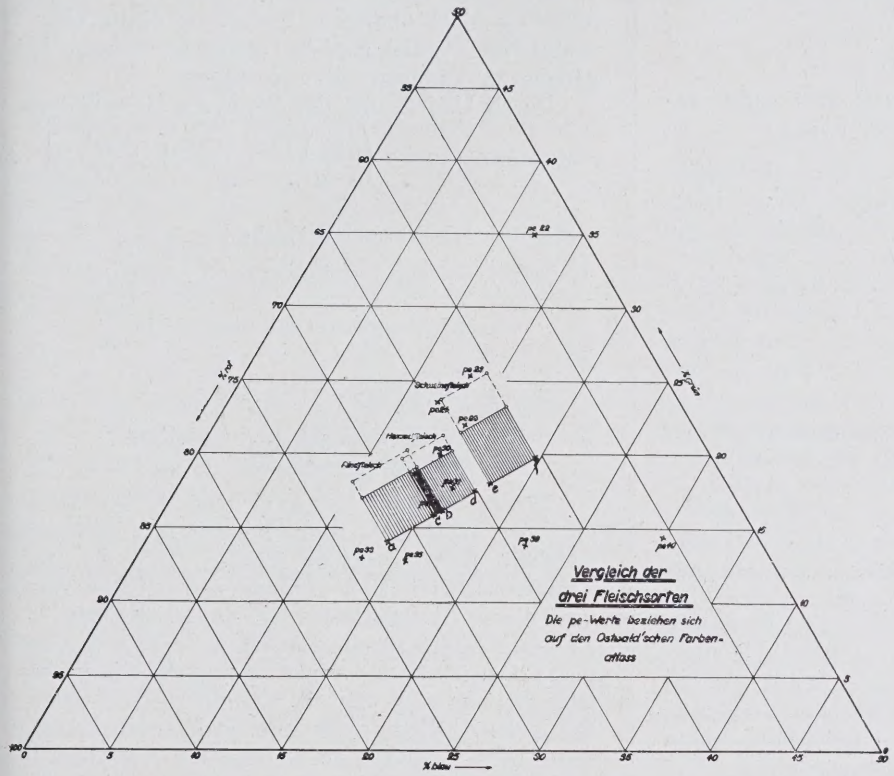



Abb. 3.

In dem ausführlichen Bericht[1]) ist schließlich vom Bereich von frischem Hammel- bzw. Schweinefleisch ausgehend die Aenderung des Farbeneindruckes nach einem, zwei und drei Monaten bei luftgefrorenem, in Sole von —10 bzw. —20° gefrorenem, in Gummihüllen gefrorenem, mit 100%igem Kohlenoxyd bei verschiedenen Drücken und schließlich mit Ammoniak vorbegasten Proben angegeben. Auf Grund eingehender Versuche wurde eine Grenzlinie ermittelt, welche bei in Sole gefrorenen Stücken bereits im ersten, bei den mit Ammoniak vorbegasten durchschnittlich im zweiten, bei luftgefrorenen und in Gummihüllen eingefrorenen zu Beginn des dritten Monats erreicht wurde. Bei Behandlung mit Kohlenmonoxyd vor dem Einfrieren in Sole wurde die Grenzlinie in keinem Falle vor Beginn des vierten Lagermonates erreicht.

Das Schlußergebnis läßt sich folgendermaßen aussprechen: sofern man keinen Wert darauf legt, durch das Schnellgefrieren bessere Verhältnisse als beim Einfrieren in Luft zu erzielen, ist das Einfrieren in Gummisäcken eine einfache Möglichkeit. Dabei wird allerdings bewußt auf die konservierenden Eigenschaften der Sole verzichtet, welche auf Grund der Auswertung angesetzter Kulturen beträchtlich ist. Für den Geschmack des Fleisches ist das Einfrieren in Hüllen nicht schädlich. Setzt man die Forderungen strenger und richtet man sich danach, daß eine ausreichende Sicherheit beim Verkauf in jedem Falle nur dann gegeben ist, wenn in Sole gefrorenes Fleisch noch drei Monate nach der Schlachtung frischem Fleisch im Aussehen gleichwertig sein soll, dann kommt in allererster Linie eine Begasung mit Kohlenoxyd in Frage. Freilich bringt diese eine kleine Erschwerung in den Arbeitsgang, dafür sind aber die erreichten Vorteile so wesentlich, daß diese Methode auch bei Exportkühlfleisch in Frage kommen dürfte. Die Gefährdung des Bedienungspersonals kann durch Anwendung pneumatischer Kammern beliebig vermindert werden. Für die Staplung in beiden Fällen gilt, daß die Feuchtigkeit der Luft zur Erhaltung der Farbe so hoch gehalten werden muß, als die Verhinderung des Schimmelpilzwachstums es irgend zuläßt.

Die durchgeführte Forschungsarbeit soll einen Beitrag dazu liefern, die Frischerhaltung von Fleisch durch das Gefrierverfahren in jeder Weise einwandfrei zu gestalten, die Durchführung der Schnellgefrierverfahren zu ermöglichen und den üblen Leumund, welcher als Folge bestimmter Nackkriegsverhältnisse dieses hochwertige Nahrungsmittel erhielt, zu bekämpfen. Es wurden dabei für das Gefrieren in Luft, das direkte Schnellgefrierverfahren (unmittelbare Berührung des Gefriergutes mit Sole) und für das indirekte Schnellgefrierverfahren (Trennschicht zwischen Sole und Fleisch, in diesem Falle Gummihülle) gangbare Lösungen, ein frisches Aussehen auf sehr lange Zeit zu ermöglichen, erprobt. Es könnte vielleicht noch folgende Frage gestellt werden: Welche Bedeutung haben die in der vorliegenden Untersuchung beschrittenen Wege, falls die Entwicklung der Gefrierfleischtechnik in Richtung der neuerdings in Amerika angewandten Methode liegt, dünne Fleischfilets nach indirekten Schnellgefrierverfahren einzufrieren und das Fleisch in normalisierten kleinen Stücken, in durchsichtiges Cellophanpapier eingewickelt, in größerer Zahl in Pappkartons eingepackt, zu verkaufen? — Auf Grund der angestellten Untersuchungen hat sich ergeben, daß die ersten Verfärbungserscheinungen auch an Fleisch, welches nicht mit Sole in Berührung kam, je nach Temperatur und Feuchtigkeit im Stapelraum, schon nach etwa 2 bis 4 Wochen eintreten. Bei der Lagerung in Pappkartons wird sich diese Zeitspanne wahrscheinlich nicht unwesentlich verkürzen, so daß trotzdem noch ein Anwendungsgebiet für die Begasung mit Kohlenoxyd offen ist. Im übrigen wird für den

[1]) Der ausführliche Bericht erscheint demnächst als Beiheft zur Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie.

Export aus Australien und Südamerika immer noch der Versand von größeren Tierteilen den Hauptbestand bilden, und hierfür kommen die angegebenen Möglichkeiten technisch und wirtschaftlich in vollem Umfange in Frage.

## Wärmeübergangszahlen wässeriger Lösungen von Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Reinhartin bei turbulenter Strömung in Rohren.

Von Dr.-Ing. K. Linge.

(Mitteilung aus dem Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe.)

Als Kühlflüssigkeiten werden in der Kältetechnik wässerige Lösungen von Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium sowie eine Spezialkühlsole, die unter dem Namen Reinhartin bekannt ist, verwendet. Die Gesichtspunkte für die Wahl der Kühlflüssigkeit für einen bestimmten Zweck sind: genügend tiefer Gefrierpunkt, geringe Korrosionsgefahr und billiger Preis. Daneben ist aber zu beachten, daß die verschiedenen Kühlflüssigkeiten bei sonst gleichen Verhältnissen verschiedene Wärmeübergangszahlen haben, sodaß die gleiche Anlage je nach der verwendeten Sole größere oder kleinere Kälteleistung abgibt.

Vergleichende Untersuchungen der Wärmeübertragungsverhältnisse verschiedener Kühlflüssigkeiten hat Stückle vorgenommen[1]). Da jedoch dabei nur Wärmedurchgangszahlen von Wasser an Sole bei laminarer Strömung gemessen wurden, sind die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf den technisch allein wichtigen Fall der turbulenten Strömung übertragbar.

Um dem Kältetechniker die Möglichkeit zu geben, die Wärmeübertragungsverhältnisse bei soleführenden Apparaten überblicken und mit einiger Genauigkeit auch rechnerisch erfassen zu können, wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, die Wärmeübergangszahlen für die verschiedenen Kühlflüssigkeiten bei turbulenter Strömung im Rohr zu ermitteln. Es wurde der rein rechnerische Weg gewählt und dazu die Stender-Merkel'sche Gleichung[2]) verwendet, welche lautet:

$$\alpha = 0{,}0117 \frac{\lambda}{d} (Pé)^{0{,}435} \cdot (Re)^{0{,}435} \qquad (1)$$

Die Wärmeübergangszahl $\alpha$ erhält man in $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\ {}^0\text{C}\ \text{h}}$, wenn die Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in $\frac{\text{kcal}}{\text{m}\ {}^0\text{C}\ \text{h}}$ und der Rohrdurchmesser $d$ in $m$ eingesetzt wird. $Pé$ ist die Péclet'sche und $Re$ die Reynolds'sche Kennzahl.

Diese Gleichung ist allerdings nur für Wasser geprüft und kann dafür als einigermaßen genau angesehen werden[3]), wenn sie auch noch lange nicht eine endgültige Lösung des Problems des Wärmeübergangs zwischen Flüssigkeit und Wand darstellt. Trotz aller Anstrengungen und schöner Teilerfolge ist dieses Gebiet noch nicht restlos erforscht und die Auswahl unter den zahlreichen Gleichungen verschiedener Forscher schwer[1]). Die Stender-Merkel'sche Gleichung wurde deshalb gewählt, weil sie ganz auf die Aehnlichkeitstheorie aufgebaut ist und deshalb auch auf andere Flüssigkeiten als Wasser angewendet werden kann. Die Genauigkeit der damit für die verschiedenen Kühlflüssigkeiten erhaltenen Werte darf natürlich nicht überschätzt werden, dürfte aber für praktische Zwecke zunächst genügen, solange keine genaueren Versuchszahlen vorliegen.

Durch Umformung der Gleichung (1) erhält man:

$$\alpha = 0{,}153 \cdot \lambda \left(\frac{\gamma}{a \cdot \mu}\right)^{0{,}435} \cdot \frac{w^{0{,}87}}{d^{0{,}13}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\ {}^0\text{C}\ \text{h}}\right] \qquad (2)$$

wobei: $\lambda$ = Wärmeleitfähigkeit in $\frac{\text{kcal}}{\text{m}\ {}^0\text{C}\ \text{h}}$

$\gamma$ = Spezifisches Gewicht in $\text{kg/m}^3$

$a$ = Temperaturleitfähigkeit in $\frac{\text{m}^2}{\text{h}}$

$\mu$ = Zähigkeitszahl in $\frac{\text{kg sec}}{\text{m}^2}$

$w$ = Geschwindigkeit in m/sec

$d$ = Rohrdurchmesser in m.

Zur Auswertung der Gleichung (2) braucht man also die Werte für die Zähigkeit, die Wärmeleitfähigkeit, das spezifische Gewicht und die in der Temperaturleitfähigkeit enthaltene spezifische Wärme. Von diesen Stoffeigenschaften sind die Zahlen für die Zähigkeit[2]), die spezifische Wärme[3]) und das spezifische Gewicht[3]) der verschiedenen Kühlflüssigkeiten bekannt, dagegen ist die Kenntnis der Werte der Wärmeleitfähigkeit noch sehr lückenhaft. Aus den wenigen bekannten Versuchswerten von Jaeger[4]) zeigt es sich jedoch, daß die Wärmeleitfähigkeit von Lösungen nur wenig verschieden ist von der reinen Wassers. Als Grundlage für die Rechnung wurde der in Abb. 1 dargestellte lineare Verlauf des Verhältnisses der Wärmeleitfähigkeit der Lösung zu der reinen Wassers ($\lambda/\lambda w$) gewählt und unabhängig von der Temperatur angenommen. Da für Reinhartin überhaupt keine Werte bekannt sind, wurde dafür die in Abb. 1 dargestellte zwischen Chlorcalcium und Chlormagnesium liegende Gerade gewählt, weil Reinhartin im wesentlichen eine Lösung von Chlorcalcium und Chlormagnesium darstellt. Die Genauigkeit ist aus Zahlentafel 1 zu erkennen, in der die von Jaeger bei 32° gemessenen Werte der relativen Wärmeleitfähigkeit mit denen nach Abb. 1 verglichen sind.

[1]) Vorgetragen bei der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins, Stuttgart 1930. Siehe auch: »Kälte« Heft 7, 1930, S. 49.

[2]) Merkel: Die Grundlagen der Wärmeübertragung. Verlag Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1927, Seite 68.

[3]) Vergl. v. d. Ploeg: Der Wärmeübergang am Berieselungskühler. Beiheft dieser Zeitschrift, Reihe 2, Heft 2, S. 24.

[1]) Vergl. Schack: Der industrielle Wärmeübergang. Verlag: Stahleisen, Düsseldorf 1929, S. 178.

[2]) Kühlsole A.G.: Die physikalischen Eigenschaften der Reinhartin-Sole. Zeitschr. f. d. ges. Kälteindustrie, 1928, S. 72. Plank und Stakelbeck: Ueber die Zähigkeit von Chlornatrium, Chlorcalcium- und Chlormagnesiumlösungen. Zeitschr. f. d. ges. Kälteindustrie, 1924, S. 105.

[3]) Koch: Spez. Gewicht und spez. Wärme von Salzlösungen. Zeitschr. f. d. ges. Kälteindustrie, 1929, S. 105.

[4]) Jaeger: Wiener Berichte, Bd. 99, 1890, S. 245. Ekner Rep. Bd. 27, 1891, S. 42.

Zahlentafel 1.
Relative Wärmeleitfähigkeit bei 32°.

| Lösung | Spez. Gewicht | nach Jaeger | nach Abb. 1 |
|---|---|---|---|
| NaCl | 1,093 | 0,968 | 0,966 |
| | 1,191 | 0,924 | 0,928 |
| $CaCl_2$ | 1,133 | 0,954 | 0,950 |
| | 1,233 | 0,907 | 0,911 |
| $MgCl_2$ | 1,095 | 0,950 | 0,946 |
| | 1,126 | 0,916 | 0,928 |
| | 1,198 | 0,890 | 0,887 |
| | 1,268 | 0,854 | 0,850 |

Rechnet man mit diesen Werten nach Gleichung (2) die Wärmeübergangszahlen für verschiedene Temperaturen und spezifischen Gewichte aus, so zeigt sich, daß sich der Einfluß dieser beiden Veränderlichen in guter Annäherung durch lineare Funktionen darstellen läßt. Die Gleichung (2) läßt sich daher für den praktischen Gebrauch vereinfachen in der Form:

$$\alpha = b \frac{w^{0,87}}{d^{0,13}} \qquad (3)$$

wobei $b$ eine Funktion des spezifischen Gewichts $\gamma$ und der Temperatur $t$ ist, welche in Zahlentafel 2 für die verschiedenen Lösungen angegeben ist.

Zahlentafel 2
Werte für $b$ (gültig zwischen + 10 und — 30°).

| Flüssigkeit | $b =$ |
|---|---|
| Wasser (unterkühlt) | $1750 \cdot (1+0{,}017\,t)$ |
| NaCl-Lös. (bis —21°) | $1750 \cdot (1+0{,}017\,t) \cdot [1-1{,}2(\gamma-1)]$ |
| $CaCl_2$-Lösung | $1750 \cdot (1+0{,}017\,t) \cdot [1-1{,}5(\gamma-1)]$ |
| $MgCl_2$-Lösung | $1750 \cdot (1+0{,}017\,t) \cdot [1-2{,}4(\gamma-1)]$ |
| Reinhartin | $1750 \cdot (1+0{,}017\,t) \cdot [1-1{,}8(\gamma-1)]$ |

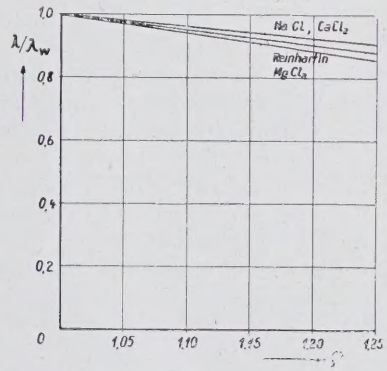



Abb. 1

Aus Zahlentafel 2 ist zu erkennen, daß die Temperaturabhängigkeit bei allen Kühlflüssigkeiten die gleiche ist, während der Einfluß des spezifischen Gewichts sehr verschieden ist. Chlornatrium-Lösung erhält sich am günstigsten, Chlormagnesium-Lösung am ungünstigsten. Nach Abb. 2, in der die relativen Wärmeübergangszahlen $\alpha/\alpha_w = b/b_w$ bezogen auf Wasser gleicher Temperatur, bei gleichem Strömungszustand über dem spez. Gewicht der Lösung dargestellt sind, ist die Reihenfolge NaCl, $CaCl_2$, Reinhartin, $MgCl_2$. Zum korrekten Vergleich sind in Abb. 3 die relativen Wärmeübergangszahlen über der Gefriertemperatur der einzelnen Kühlflüssigkeiten aufgetragen. Es ergibt sich daraus, daß Reinhartin wegen der günstigeren Lage der Gefrierkurve in seiner praktischen Verwertung vor die Chlorcalciumlösungen rückt. Nach Abb. 3 ergeben sich für die verschiedenen Kühlflüssigkeiten recht beachtliche Unterschiede in den Wärmeübergangsverhältnissen, die praktisch besonders dann hervortreten, wenn der Hauptanteil

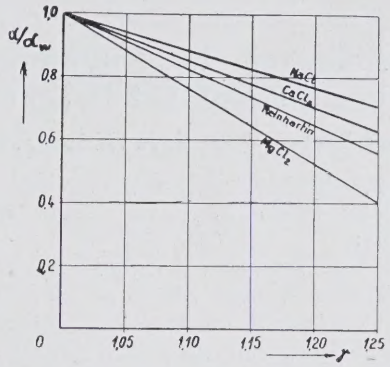



Abb. 2

des gesamten Wärmedurchgangswiderstandes durch den Wärmeübergangswiderstand von der Sole an die Wand verursacht wird, wie es in Soleverdampfern der Fall ist.

Wird zum Beispiel eine Chlornatriumlösung mit einem Gefrierpunkt von —15° gegen eine Clormagnesiumlösung gleichen Gefrierpunktes ausgewechselt, so sinkt die Wärmeübergangszahl um rund 16,5 %, gleiche Geschwindigkeit vorausgesetzt. Die Anlage wird dann mit niedrigerer Verdampfungstemperatur arbeiten und entsprechende Minderleistung aufweisen.

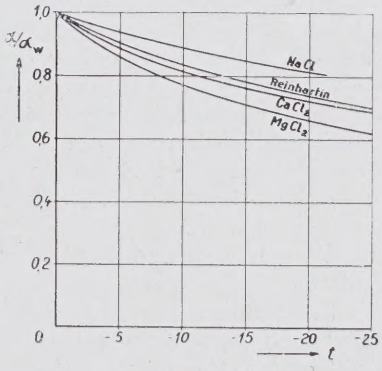



Abb. 3

Dazu wird infolge der größeren Zähigkeit der Chlormagnesiumsole ein wesentlich höherer Reibungswiderstand der Sole in den Rohren auftreten, der die Förderleistung der Pumpe und die der Solegeschwindigkeit verringert, sodaß die Verschlechterung des Wärmeübergangs noch größer wird.

Im Interesse eines guten Wärmeübergangs ist auch darauf zu achten, daß die Konzentration der Sole möglichst gering gewählt wird. Ferner sei auf den großen Einfluß der Geschwindigkeit hingewiesen, durch deren Steigerung man erheblich an Fläche sparen kann. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß die Pumpenarbeit durch die Rohrreibung in Wärme verwandelt wird, sodaß sich die Nutzkälteleisung um den gleichen Betrag verringert, wodurch der Geschwindigkeitssteigerung eine Grenze gesetzt ist.

Ueber die Genauigkeit der gewonnenen Werte läßt sich kaum etwas aussagen, da keine Versuchsergebnisse vorliegen und die Stender-Merkel'sche Gleichung für andere Gleichungen als Wasser noch nicht experimentell bestätigt ist. Qualitativ zeigen die hier gerechneten Werte eine gewisse Uebereinstimmung mit den Stückle'schen Werten insofern, als die Reihenfolge in der Abnahme der relativen Wärmeübergangszahlen der verschiedenen Kühlflüssigkeiten die gleiche ist.

## Die Erweiterung der Kühlanlage im Städtischen Schlachthof in Stuttgart.[1])

Von Veterinärdirektor Dr. med. vet. Kösler, Stuttgart.

Nach Darlegung der für die Frischhaltung von Fleisch maßgebenden Faktoren führte der Vortragende aus:

Anstelle des Innungsschlachthofs am Hegelplatz ohne Kühlanlagen wurde 1906—09 der Städtische Vieh- und Schlachthof im Gewand Schlüsselwiesen in Gaisburg erbaut, mit dem eine Kühlanlage verbunden wurde. Die Eröffnung der von der Stadt in Eigenverwaltung betriebenen Anlage erfolgte am 30. August 1909. Die mit Ammoniak betriebene maschinelle Kühlanlage diente zur Kühlung von:

1. einer Vorkühlhalle für Großvieh von 490 m² Grundfl.,
2. » » » Schweine u. Kälber v. 380 m² »
3. » oberen Hauptkühlhalle von 1400 m² Grundfl.,
4. einem Pöckelraum » 424 » »
5. einem Eislager » 42 » »

ferner zur Herstellung von 170 Ztr. Eis in Blöcken von 25 und 50 Kilogramm Gewicht. Hierzu waren vorgesehen: 1 Zwillingskompressor mit einer Gesamtleistung von 400 000 kcal/h und 1 einfacher Kompressor von 200 000 kcal/h mit Kurbel zum späteren Einkuppeln eines gleich großen zweiten Kompressorzylinders. Für die Verflüssigung des Ammoniakgases wurden in einem reichlich gelüfteten, überdeckten Aufbau 2 Berieselungskondensatoren von je 320 m² Kühlfläche untergebracht. Für die Kühlung der Räume waren vorgesehen: 1 Naßluftkühler für die beiden Vorkühlhallen und 2 Naßluftkühler für die Hauptkühlhalle.

Die erste Vergrößerung erfolgte schon nach 2 Betriebsjahren im Jahre 1911 durch Aufstellung eines zweiten Verdampfers, zweier Trockenluftkühler, System Fixary im Kellergeschoß unter der Vorkühlhalle für Großvieh, sowie durch den Ausbau des zweiten Kompressors nebst entsprechenden Berieselungs-Kondensatoren. Außerdem wurde zur Entlastung des Eisgenerators ein besonderer Solekühler erstellt. Die Erweiterung wurde bedingt durch die Inbetriebnahme der unteren Hauptkühlhalle mit 1400 m² Grundfläche. Dieser Raum diente teilweise zur Aufnahme von Fleischzellen, teilweise als Kälber-Vorkühlraum.

Die ständig sich mehrenden Unkosten und Betriebsstörungen verursachenden Reinigungsarbeiten, Reparaturen und Erneuerungsarbeiten an den Naßluftkühlern führten dazu, die in der städtischen Markthalle an den dortigen Trockenkühlern gemachten Erfahrungen auch im Schlachthof zu verwerten, und so wurden allmählich die vorhandenen Naßluftkühler durch neuzeitliche Trockenluftkühler ersetzt.

Ganz besonders nachteilig erwies sich der Umstand, daß die alten Naßluftkühler unmittelbar auf dem Fußboden aufgesetzt waren und so in der darunter liegenden Vorkühlhalle für Großvieh durch Kälteübertragung auf die Decke ein ständiges Schwitzen der Decke mit reichlicher Schimmelbildung verursachten. Ferner waren die Naßluftkühler nicht imstande, jene Trockenheit der Kühlhallenluft herbeizuführen, wie sie für eine sachgemäße Aufbewahrung von Frischfleisch notwendig ist.

Um diesem Uebelstand zu steuern, wurden im Laufe der Jahre die verschiedensten Mittel in Anwendung gebracht. Durch Drosselung des Ventilators wurde ein längeres Verweilen der umlaufenden Luft im Luftkühler, damit eine stärkere Abkühlung und Trocknung der Luft erzielt, dagegen ließ die Luftbewegung in den Kühlräumen nach, was die Zunahme von toten, dumpfen Winkeln förderte. Man half sich, unter Wiederherstellung der stärkeren Luftumwälzung, mit der Aufstellung elektrischer Heizkörper, die jedoch nur vorübergehend Besserung und Befriedigung brachten. Dem Mitreißen von Salz-Sole durch den Luftstrom in die Kühlhallen und der Verrostung der Zellenstäbe suchte man durch den Einbau von Stoßblechen mit Rinnen zu begegnen, was einigen Erfolg, aber keine Abhilfe brachte. Die Schwitzwasserbildung in den Saugkanälen, die von der Vorkühlhalle für Schweine durch die Hauptkühlhalle hindurchführten, beseitigte man durch Verlegen außerhalb der Kühlhalle und durch Isolierung.

Anläßlich einer gründlichen Reparatur wurde ein Naßluftkühler vom Boden abgehoben und auf Pfeiler gesetzt. Diese Maßnahme war von Erfolg begleitet und gab Anhaltspunkte für künftige Verbesserungen. Das Durchschlagen der Kälte durch die Decke und ihre Folgen wurden dadurch beseitigt.

In der Folge wurde Herr Oberingenieur Glässer der Maschinenfabrik Stein, Cannstatt, beauftragt, einen Luftkühler zu bauen, der die Erfahrungen im hiesigen Kühlhallenbetrieb unter Ausschaltung der Nachteile des seitherigen Betriebs berücksichtigen sollte.

Unter Ueberwindung der örtlichen Schwierigkeiten und unter Aufrechterhaltung des laufenden Betriebs wurde die Aufgabe gelöst.

An dem neuen Luftkühler ist bemerkenswert:

1. Er wurde möglichst hoch über dem Boden aufgestellt, so daß die darunterliegende Vorkühlhalle nicht mehr durch Deckenkühlung beeinflußt wird.
2. Es wurde Wert darauf gelegt, daß die Kühlluft auf möglichst langem Weg in Berührung mit den Kühlschlangen bleibt. Im Hinblick auf die vorhandene Oertlichkeit mußte eine Luft-Umkehr in Kauf genommen werden und dadurch wurde eine Kühlschlangenlänge von 22 m im Luftkühler erzielt.
3. Der Luftkühler ist als Doppelluftkühler ausgebildet worden, damit ohne Betriebsunterbrechung die eine Hälfte in Betrieb bleibt, während die andere Hälfte abgetaut wird.
4. Die Rohrschlangen von je 10 bis 11 m Baulänge können zwecks Montage, Reinigung und Anstrich bequem ein- und ausgebaut werden.

[1]) Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins in Stuttgart am 5. bis 7. Juni 1930.

5. Die Rohrschlangen sind an besonderen Konstruktionen aufgehängt, so daß sie nicht auf den Wasserauffangschalen aufstehen und das Eis-Schneegemisch beim Auftauen leicht abgeschwemmt werden kann. Schwemmeinrichtung ist angebracht worden.
6. Entsprechend eingebaute Klappen, die mittels Zugeinrichtung von einer Zentralstelle aus bedient werden können, ermöglichen sowohl das Abschließen des Luftkühlers gegen die Kühlräume während des Abtauens, als auch die Zufuhr von Frischluft, die Abfuhr von Abluft und eine Regulierung der durch den Luftkühler geleiteten Luftmenge.

Diese Anordnung in den Luftkühlern hat sich so bewährt, daß mit der Zeit 4 Trockenluftkühler mit einer Kühlfläche von 2000 $m^2$ aufgestellt wurden. Die beim Fixary Luftkühler beobachteten Nachteile beim Abtauen sind bei den neu aufgestellten Luftkühlern nicht mehr in Erscheinung getreten.

Anläßlich des Baues einer neuen Vorkühlhalle für Großvieh 1927 war es daher selbstverständlich, daß man sich für das bewährte System des Trockenluftkühlers in angeführtem Sinne entschied. Für diesen Luftkühler handelte es sich um 700 $m^2$ Kühlfläche. Bei der großen Länge des zur Verfügung stehenden Raumes im Dachboden der 62,5 m langen und 12,6 m breiten neuen Vorkühlhalle für Großvieh konnte die Umkehr der Luft vermieden werden, da der Luftkühler eine Länge von 33 m ermöglichte.

Neben den geschilderten Verbesserungen des Luftkühlers wurde in der neuen Kühlanlage für die Vorkühlhalle die Luftbewegung und Luftzirkulation zwischen Luftkühler und Kühlraum grundlegend verbessert und damit für die Schlacht-Kühlhallen eine Neuerung geschaffen, wie sie unseres Wissens noch nirgends für Fleischkühlung in Anwendung kam, während sich diese Art der Luftführung in der Brauereikeller-Kühlung insbesondere in Gärkellern schon länger Eingang verschafft hat. Diese Neuerung besteht darin, daß die Druckschläuche die kalte Luft in die Nähe des Fußbodens führen, während die Saugschläuche über der Decke des Kühlraum lagern und die warme Luft durch Deckenschlitze zur Absaugung gelangt.

Bei der bisher üblichen Art der Luft-Zu- und Abfuhr in den Kühlhallen, wobei die kalte Luft von der Decke nach unten sinkt, während die warme Luft nach oben steigt, tritt je nach der Stärke des Auf- und Abtriebs eine Vermengung der Luft in der Kühlhalle in einer Zone ein, die vielfach oberhalb des zu kühlenden und abzutrocknenden Fleisches liegt und damit tritt eine Abschwächung des Kühleffektes ein, während bei der neuen Druckschlauchführung die kalte Luft naturgemäß, ohne jede Mischung mit der erwärmten und mit Feuchtigkeit beladenen Luft, von unten nach oben steigt und damit die volle Wirkung der kalten und trockenen Luft entfalten kann.

Die Neuerung hat im Betrieb alle Erwartungen erfüllt.

---

In der dem Vortrag folgenden Aussprache wurde festgestellt, daß die in der alten Anlage aufgetretenen Mängel keineswegs durch das System der Naßluftkühlung verursacht worden sind, sondern ausschließlich durch unrichtige Anordnung und falsche Bemessung der Luftkühler. Auch hat sich die bisher übliche Anordnung der Luftkanäle an der Decke bewährt. Im weiteren Verlaufe der Aussprache wurde auf die raschere Abkühlung des Fleisches durch Erhöhung der Luftgeschwindigkeit nach Vorschlag von Tamm eingegangen. Insbesondere wurde festgestellt, daß die raschere Abkühlung des Fleisches ein Stickigwerden niemals verursachen kann, und daß die dahin gehenden Einwendungen hinfällig sind.

## Neue russische Kühlhäuser.

Von Oberingenieur Otto Weißenstein.

In der Durchführung des großen Wirtschaftsprogrammes, welches in den letzten Jahren von den sowjetrussischen Republiken zum Zwecke des Aufbaues der räterussischen Industrie- und Handelswirtschaft aufgestellt wurde, spielt die Errichtung und der Betrieb von Kühlhäusern keine geringe Rolle. In den verschiedensten Gegenden des großen Reiches, wie im Haupthafen der europäischen Nordküste, Leningrad, in den Hafenstädten des Schwarzen Meeres, Odessa, Sewastopol, Noworosysk, Poti, ferner in den Verkehrsmittelpunkten Moskau, Kasan, Krasnodar usw. sind umfangreiche Kühlhäuser erbaut worden, welche den Zweck haben, große Mengen von Nahrungsmitten wie Obst, Eier, Butter, Käse, Fleisch, Fische usw. aufzunehmen und mit Hilfe von künstlicher Kälte längere Zeit zu konservieren. Sie werden dann entweder für den Inlandbedarf an die einzelnen Verkaufsorganisationen verteilt oder dem Export zugeführt.

Die Chladoexport A.-G. in Moskau hat sich insbesondere durch die Organisierung und durch die musterhafte technische Durchführung solcher Anlagen außerordentliche Verdienste um die räterussische Handelswirtschaft erworben. Im vergangenen Jahr wurden durch diese Gesellschaft Kühlhäuser für besondere Zwecke errichtet, welche eine großangelegte Geflügelzucht und die hiermit in Verbindung stehende Eierproduktion ermöglichen und fördern sollten. In einzelnen hierfür geeigneten Bezirken wurden große Geflügelfarmen angelegt, denen gleichzeitig ein Kühlhaus zur Einlagerung von Eiern und geschlachtetem Geflügel angegliedert wurde, um die Erzeugnisse dieser Farmen in wirtschaftlicher Weise auswerten zu können.

Solche Kühlhäuser sind in Slawgorod in der Gegend von Omsk, in Sebryjakowa am Kaspischen Meer und in Tschischmy in der Nähe von Ufa erbaut worden.

Bei ihrem Entwurf wurde zur Verminderung der Baukosten die Bedingung gestellt, daß der gesamte zur Verfügung stehende Belagraum in technisch einwandfreier Weise für zweierlei Betriebszwecke verwendbar sein muß, im Frühjahr und Sommer vollständig für die Einlagerung von Eiern und in der übrigen Jahreszeit zum Einfrieren und Lagern von Hühnern, Enten, Gänsen usw.

Das Kühlhaus von Tschischmy (Abb. 1) hat eine belegbare Bodenfläche von 560 $m^2$ und ist für eine tägliche Einlaufmenge von 20 Tonnen Eier oder einer Einfriermenge von 10 Tonnen Geflügel in 3 Tagen bestimmt.

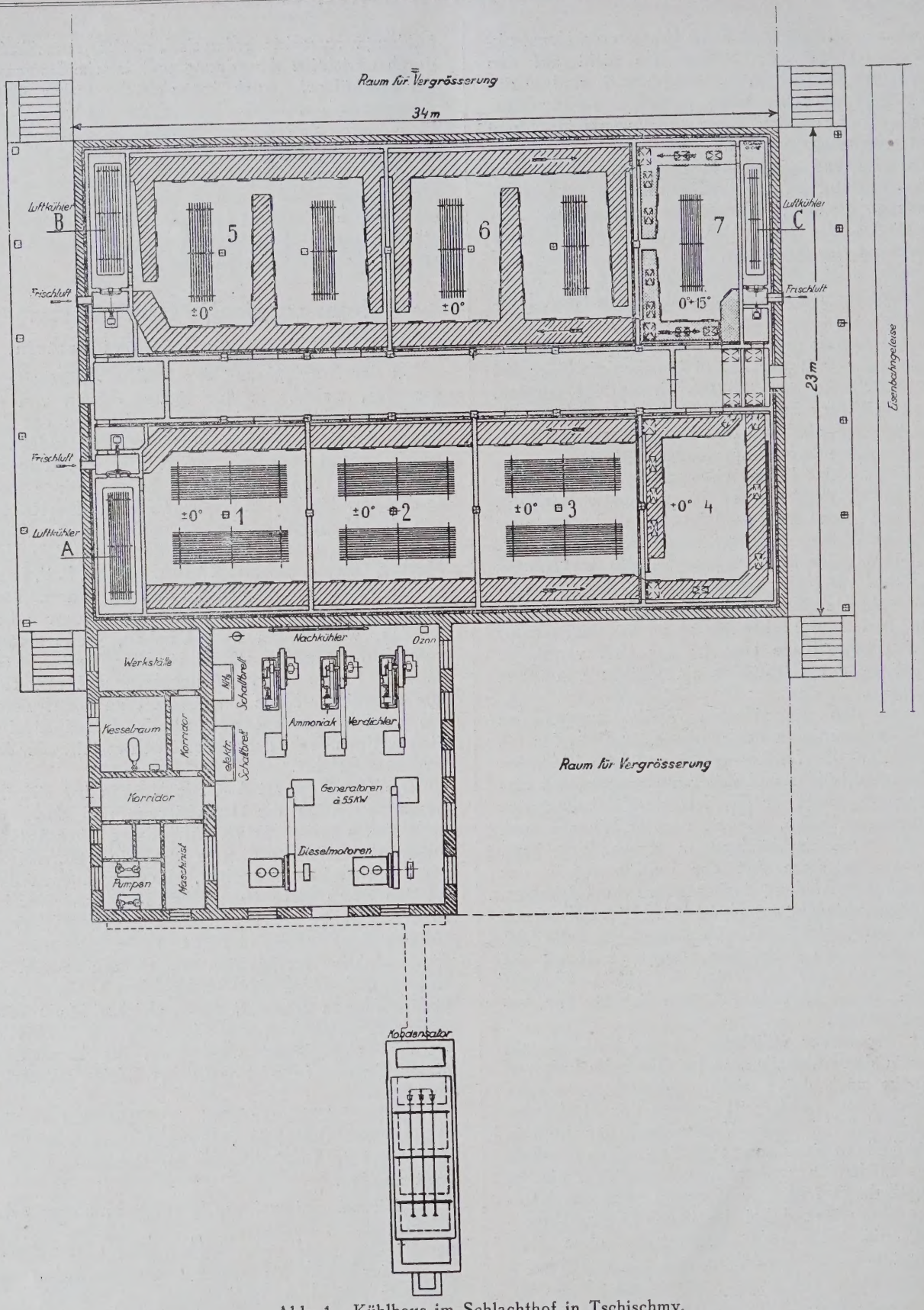



Abb. 1. Kühlhaus im Schlachthof in Tschischmy.

Es ist ein 34 m langes und 23 m breites ebenerdiges Gebäude, an welches sich das Maschinenhaus anschließt. Die Umfassungsmauern sind aus Ziegeln doppelwandig mit einer 130 mm starken Isolierschicht aus gepreßtem goudronierten Schilfrohr hergestellt. Dasselbe Material wurde auch zur Isolierung der Zwischenwände und der aus Holz hergestellten Decke verwendet, wobei letztere außerdem noch einen Belag von Torf erhielt. Diese unter Benützung von heimischen Rohmaterialien durchgeführte Isolierung des Kühlhauses hat sich durchaus bewährt, da nach einer neunstündigen Arbeitspause, einer Innentem-

peratur von —14° C und einer Außentemperatur von +15° C ein Temperaturanstieg von nur 0,75° C gemessen wurde.

Das Hauptgebäude wird durch einen Korridor in zwei Hälften geteilt, welcher auf einer Seite auf die Eisenbahnplattform, auf der anderen Seite auf eine Plattform zum Ent- und Beladen von Lastenfuhrwerken mündet.

Im Kühlhaus sind 7 Kühlkammern von 3,6 m lichter Höhe sowie 3 Luftkühler angeordnet. — Von diesen Räumen werden im Frühjahr- und Sommerbetrieb die Kammer 1, 2, 3, 4, 5 und 6 als Eierkühlräume bei einer Temperatur von 0° und einem Feuchtigkeitsgehalt von 75% benützt, die Kammer 7 wird, während der Geflügelkühlzeit etwa 76 000 kcal/h bei einer Verdampfungstemperatur von —20 bis —22° C.

Dieser Kältebedarf wird durch 3 doppeltwirkende liegende, einzylindrige Kompressoren von je 55 000 kcal/h gedeckt.

Die Unterteilung in 3 Maschinensätze erfolgte, um dem wechselnden Kältebedarf der verschiedenen Kühlperioden besser entsprechen zu können und im Bedarfsfalle stets eine gewisse Reserve zur Verfügung zu haben.

Die Kompressoren haben einen Zylinderdurchmesser von 165 mm, einen Hub von 260 mm und eine Umlaufzahl von 175 je Minute und sind mit

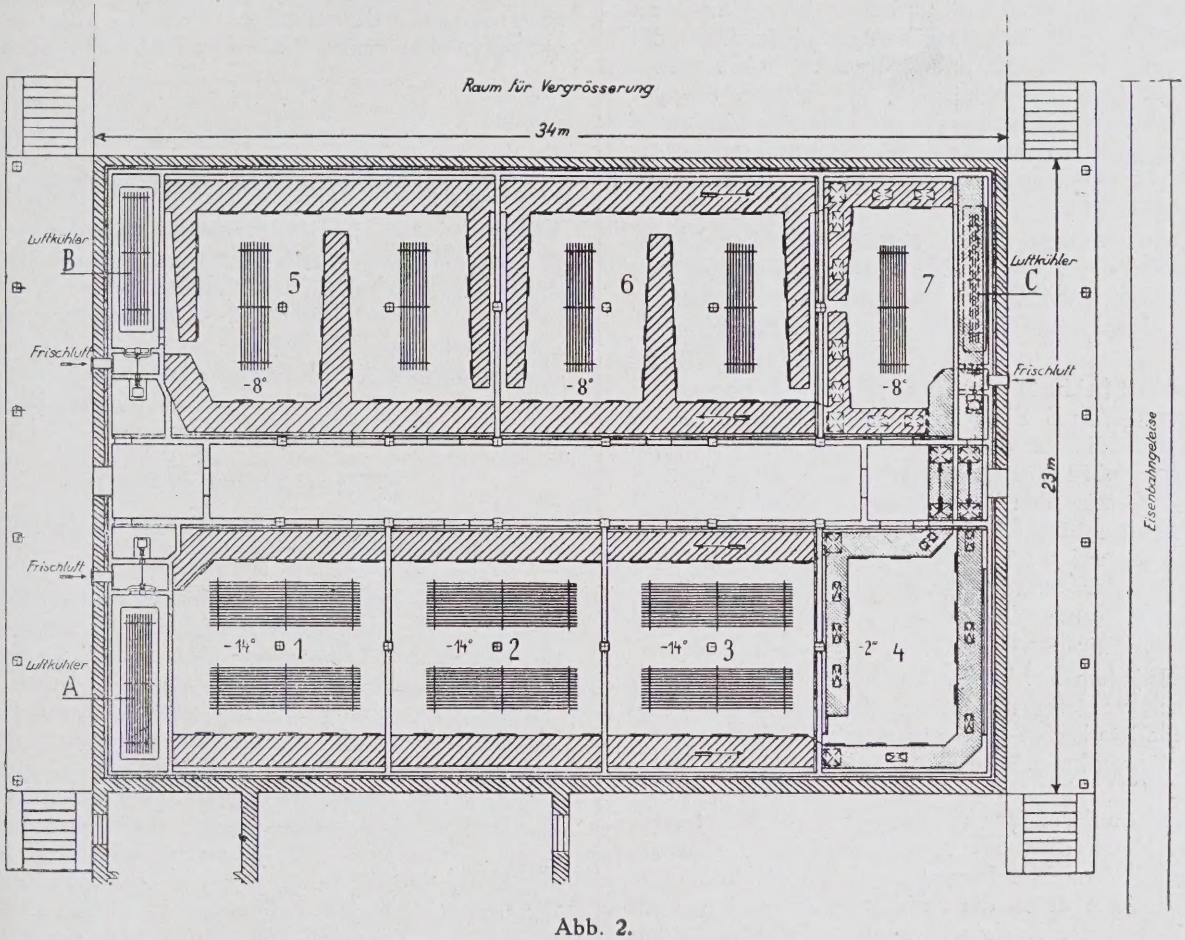



Abb. 2.

zum Anwärmen der auszubringenden Eier von 0 auf +15° C.

Im Herbst wird das Kühlhaus ausschließlich für das Einfrieren und Lagern von Geflügel verwendet und dann dienen die Kammer 4 als Vorkühlraum bei einer Raumtemperatur von —2° und einer Luftfeuchtigkeit von 88%, die Kammern 1, 2 und 3 als Gefrierräume bei —14° C Raumtemperatur und 80% Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sowie die Kammer 5, 6 und 7 als Lagerraum für das gefrorene Geflügel bei einer Temperatur von —8° C und 80% Feuchtigkeitsgehalt.

Diese Räume werden ausschließlich durch direkte Verdampfung des Ammoniaks in den Systemen und Luftkühlern gekühlt.

Der Kältebedarf beträgt während der Eierkühlperiode etwa 53 000 kcal/h, wobei mit einer Verdampfungstemperatur von —10° bis —12° C gearbeitet

Einrichtungen versehen, welche eine Leistungsverringerung um 25 bezw. 50% ermöglichen.

Die Kompressoren arbeiten mit Ueberhitzung und werden von 3 Drehstrommotoren von je 22 kW Dauerleistung und einer Drehzahl von 720 je Minute mittels Riemen angetrieben.

Die Pumpen und Ventilatoren werden durch direkt gekuppelte Drehstrommotore angetrieben.

Der Betriebsstrom von 220 Volt Spannung 50 Perioden wird von der im Maschinengebäude des Kühlhauses untergebrachten Zentralanlage geliefert, welche auch die Beleuchtung der Farm besorgt. Sie besteht aus 2 kompressorlosen Dieselmotoren, welche 2 Drehstromgeneratoren von je 55 kW Dauerleistung antreiben und im Bedarfsfalle bei vollem Betrieb parallel arbeiten können.

Während des Frühjahrs- und des Sommerbetriebes ist gewöhnlich ein Kompressor und ein Dieselmotor

in Betrieb, im Herbst je nach Bedarf 2 oder 3 Kompressoren und beide Dieselmotoren.

Neben dem Maschinenhaus ist der Berieselungskondensator über einem großem Betonbehälter von 50 $m^3$ Inhalt angeordnet. Diese Wassermenge soll in der wasserarmen Gegend als Reserve dienen und auch bei einer Feuersgefahr zur Verfügung stehen. Zwei einstufige Kreiselpumpen, von welchen eine stets in Reserve steht, halten das Kühlwasser im Umlauf.

Das Zusatzkühlwasser wird einem artesischen Brunnen entnommen.

Im Kompressorenraum sind ferner ein Doppelrohr-Gegenstrom-Nachkühler, ein automatischer Entlüfter zur Entfernung von Luft und Fremdgasen aus dem Ammoniakkreislauf, 1 Ozonisierungsanlage, sowie die elektrische Schalttafel untergebracht. Neben dieser steht ein zweites Schaltbrett, an welchem die gesamte Ammoniakregulierung, die Manometer, sowie die Ablesinstrumente und Widerstandskästchen für die in den Kammern angebrachten Fernthermometer befestigt sind.

Das Maschinengebäude enthält einen besonderen Raum für die Pumpen, den Niederdruckdampfkessel der Heizungsanlage, eine kleine Reparaturwerkstätte, sowie einen Raum für den Maschinisten.

Im Frühjahr und im Sommer kühlt der Luftkühler A, (Abb. 1) die Räume 1, 2, 3 und 4 auf $0^0$, der Kühler B die Räume 5 und 6 ebenfalls auf $0^0$, wobei die in den Räumen befindlichen Kühlsysteme außer Tätigkeit sind. Der Luftkühler C kann einerseits den Raum 7 auf $0^0$ C abkühlen und gleichzeitig mittels eines eingebauten Dampfheizungsaggregates auf $+15^0$ C erwärmen und so zur Anwärmung der auszubringenden Eier dienen. Auch in diesem Raum bleibt das Deckensystem während dieser Zeit gesperrt.

Bei jedem Luftkühler ist ferner ein Frischluftschlauch vorgesehen, durch welchen der Ventilator im Bedarfsfalle den einzelnen Kammern Erneuerungsluft zuführen kann. Im Herbstbetrieb kühlt der Luftkühler C (Abb. 2) den Raum 4 auf $-2^0$, wobei die in ihm aufgestellten Wandrohre in Tätigkeit treten. Dieser Raum dient als Vorkühlraum für das frische Geflügel. Von hier kommt dieses in die Räume 1, 2 und 3, die durch den Luftkühler A und die reichlich bemessenen Deckenrohre auf $-14^0$ C abgekühlt werden. Die eingefrorene Ware wird dann in die Räume 5, 6 und 7 eingebracht, welche der Luftkühler B und die dort angeordneten Deckenrohre auf die vorgeschriebene Temperatur von $-8^0$ C abkühlen.

Gegebenenfalls kann auch bei dieser Arbeitsweise der Raum 7 vorübergehend als Anwärmraum für gefrorenes Geflügel verwendet werden, falls dieses dem Inlandbedarf dienen sollte.

Die einzelnen Luftkühler und Systemgruppen können vom Maschinenhause aus unter Zuhilfenahme der Fernthermometeranlage geregelt werden.

Die Luftkühler und Rohrsysteme werden durch heiße Ammoniakgase abgetaut. Die notwendigen Armaturen sind in den Vorräumen der Luftkühler in gedrängter und übersichtlicher Anordnung untergebracht.

Die gesamte Rohrlänge des Kondensators beträgt 1050 m, die der 3 Luftkühler 2150 m und der Luftkühlsysteme 3300 m von 30/38 mm Durchmesser.

Die gesamte maschinelle Einrichtung dieses Kühlhauses sowie der ähnlich ausgeführten Anlagen in Slawgorod und Sebryjakowa wurde von der Brünn-Královo Pole'er Maschinenfabrik geliefert.

Das Kühlhaus in Slawogrod geht derzeit seiner Vollendung entgegen und das in Sebryjakowa hat vor Kurzem den Betrieb eröffnet. Das Kühlhaus in Tschischmy ist seit der vor 9 Monaten erfolgten Inbetriebsetzung mit vollem Belag aller Räume im anstandslosen Dauerbetrieb und die Einrichtung entspricht allen vom Bauherrn gestellten Bedingungen.

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen.

**Versuche zur Kälteerzeugung mit Hilfe des Peltiereffektes** (Expériences sur la production du froid 'par l'effet Peltier) von Horace Turettini. Revue Générale du Froid et des Industries Frigorifiques. 1930, 3.

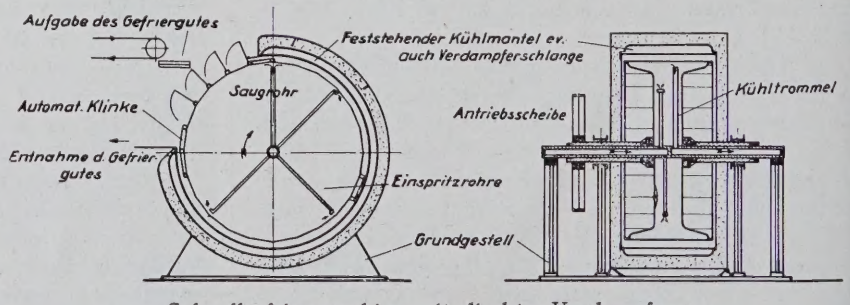
Es werden Anordnungen angegeben, mit deren Hilfe es dem Verfasser gelungen ist, Temperatursenkungen bis zu $17^0$ C zu erzielen.

## Kälteverwendung.

**Schnellgefriermaschine mit direkter Verdampfung.** Ice and Refrigeration, August 1930.

Es wird eine sehr interessante Schnellgefriermaschine mit direkter Verdampfung und Ammoniak als Kältemittel beschrieben, die von C. L. Ashley und A. V. Rudd in St. Louis stammt.

Die Maschine besteht aus einer hohlen Trommel (siehe Abb.), die um eine waagerechte Achse drehbar und teilweise von einem feststehenden Kühlmantel umgeben ist. Das Kältemittel verdampft sowohl in der Trommel wie im Kühlmantel, die bis etwa $^3/_4$ voll Ammoniak stehen. Das Ammoniak wird automatisch zugeführt, der Verdichter arbeitet mit Ueberhitzung. Die zu gefrierenden Lebensmittel werden auf den Mantel der Trommel gelegt und gelangen infolge




Schnellgefriermaschine mit direkter Verdampfung

der Drehung in die Gefrierkammer, die durch den schmalen Spalt zwischen Trommel und Kühlmantel gebildet wird, und werden durch Deckel gehalten, die sich bei dem Eintritt in die Gefrierkammer selbsttätig, und zwar je nach der Stärke des Gefriergutes verstellbar, schließen. Diese Deckel drücken also

die Lebensmittel fest gegen die Trommel, in der das Ammoniak verdampft, so daß die Wärmeübertragung einerseits durch direkte Berührung erfolgt, während andererseits der äußere Kühlmantel durch Wärmestrahlung und -leitung die Gefriergeschwindigkeit erhöht. Sobald das gefrorene Produkt am Ende der Gefrierkammer auftaucht, öffnen sich die Deckel durch eine besondere Vorrichtung, und die hartgefrorenen Stücke fallen auf ein Transportband.

Der Prozeß ist also ununterbrochen und halbautomatisch, als einzige Arbeit bleibt das Bepacken der Trommel mit den ungefrorenen Lebensmitteln.

Vorläufige Untersuchungen haben ergeben, daß 2 cm starke Fleischstücke in 20 Minuten bei —48 ° C Verdampfungstemperatur gefrieren.

Besondere Vorteile dieser Maschine sind:

Die Verdampfungstemperatur kann höher gehalten werden als beim Zwischenschalten eines Kälteträgers, wodurch Arbeit gespart wird.

Die Anschaffungskosten sind geringer als bei Anordnung eines Transportbandes, da die ganze Maschine einfacher ist.

Infolge des automatischen Betriebes kann die Temperatur in kurzer Zeit leicht höher oder tiefer eingestellt werden.

Durch Aenderung der Umdrehungszahl kann man die Anlage sehr bequem der zweckmäßigsten Gefrierzeit anpassen.

Infolge der unmittelbaren Verdampfung fallen die Solepumpen fort, also geringerer Arbeitsverbrauch und keine Korrosionsgefahr.

Durch die Möglichkeit fast vollständiger Isolierung ergeben sich sehr geringe Strahlungsverluste und angenehme Bedienung.

Der Platzbedarf ist sehr gering und zwar für eine Leistung von etwa 1100 kg/h 4,3×4,3×4,3 m; der Antriebsmotor hat etwa 5 PS.

Die Maschine kann für Gefrierleitungen von 180 bis 1400 kg/h gebaut werden. Freund.

**Neues über den Bau von Kühlhäusern nach einer Beschreibung eines Kühlhauses der Terminal Freezing & Heating Comp. in Baltimore von** G. S. Harris Power Juli 30.

Das Kühlhaus ist nach sorgfältigem Studium moderner Warenhäuser erbaut worden, wobei einige Neuerungen angewandt wurden, die bisher in der Kälteindustrie nicht üblich waren.

Die Anlage umfaßt folgende Hauptteile:

4 Kompressoren, einstufig, für eine Gesamtleistung von 1 000 000 kcal/h

2 Kondensatoren nach dem »multipass« System

2 Solekühler für die Gesamtleistung, als Shell and Tube Verdampfer ausgebildet

Ferner noch 1 Kühlturm für 3780 l/min. mit künstlichem Zug

Die Solepumpen haben ein vom Gehäuse getrenntes Außenlager, um ein Niederschlagen von Feuchtigkeit und damit Emulsion des Oeles zu verhüten.

Die Amoniak-Saugleitungen sowie sämtliche Soleleitungen sind anstelle der großen Krümmungen auf Gehrung (Abb. 1) geschweißt. Es hat sich gezeigt, daß die Ersparnisse an Isolierung und Herstellungskosten mehr ausmachen als der geringe Druckverlust infolge vergrößerter Reibung.

Die Ammoniak-Flanschen und Ventile sind in besonderer Weise ausgeführt. Die Ventile bis $1^1/_4$" sind aus geschmiedetem Stahl, die größeren aus Stahlguß mit Flanschen. Jeder Flansch hat eine tiefe V förmige Rille. Ein weicher Stahlring, der in diese Rillen paßt, ergänzt mit entsprechend starken Bolzen die Flanschverbindung. Diese Konstruktion hat eine Reihe von Vorzügen. Die Verbindung ist sehr dicht, vermeidet die Ungleichheit der Flanschen durch Nut und Feder, damit leichteres Ein- und Ausbauen von Ventilen. Die ringförmige Dichtungsschnur wird nicht zerstört, sondern kann wieder benutzt werden. Ferner hat sie genügend Federung, um selbst bei Temperaturveränderungen eine dichte Verbindung zu gewährleisten.

Die Innenwände des Kühlhauses sind aus Beton, die Außenwände aus Ziegelstein. Diese wurden besonders auf ein möglichst geringes Feuchtigkeitsabsorptionsvermögen hin gewählt.

Da die gesamte Anlage durch Sole gekühlt wird, das Soleleitungsnetz somit den wichtigsten und wertvollsten Teil bildet, hat man beim Entwurf der Anordnung der Kühlsysteme und Leitungen größte Beachtung geschenkt, wobei noch 5 besondere Gesichtspunkte maßgebend waren:

1. Anordnung der Leitungen in Verbindung mit dem Moore System.
2. Unterteilung der Kühlsysteme, sodaß kleine Oberflächen zur Regelung der Temperatur und Feuchtigkeit benutzt werden können.
3. Vermeidung von Luftsäcken im Kühlsystem und Soleleitungen.
4. Vermeidung galvanischer Störungen.
5. Bequeme Entfernung des angesetzten Reifes.

Zu 1. Der Be- und Entlüftungsapparat nach Moore besteht im wesentlichen aus einem zentralen Blechkanal, der mit der Außenluft in Verbindung steht. Er wird umgeben von einer Reihe zylindrisch angeordneter Soleschlangen. (Siehe Abb. 2).

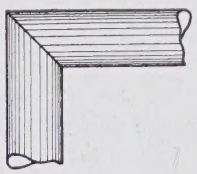


Abb. 1.

Der ringförmige Zwischenraum, der durch die zylindrischen Schlangen und den Kanal gebildet wird, ist ebenfalls mit der Außenluft verbunden.

Die Kühlwirkung der Soleschlangen zieht die Außenluft in den Ringquerschnitt und führt sie von dort zur Raumdecke.

Die im oberen Teil des Raumes befindliche verbrauchte Luft läßt man durch den mittleren Blechkanal entweichen, wobei dieser gleichzeitig als Wärmeaustauscher mit der eintretenden Außenluft wirkt. (Der hierdurch erzielte Gewinn dürfte allerdings nur gering sein. Anm. des Uebersetzers.)

Die Feuchtigkeit der eintretenden Luft und bis zu einem gewissen Grade auch die des Raumes wird

durch die Sole-Kühlschlangen des äußeren Zylinders reguliert. Zusätzliche Klappen und ein Ventilator sorgen für eine mäßige Luftumwälzung innerhalb des Kühlraumes oder beeinflussen die Verwendung von Frischluft. Dieser Apparat ist in der Mitte einer Seite des Kühlraumes angeordnet. Dazu gehört noch eine Anzahl von Kühlschlangen, die von hier aus an der Decke die Mitte des Kühlraumes durchlaufen.

Unter normalen Bedingungen sind diese Rohre die einzige Antriebskraft, um die Luft innerhalb des

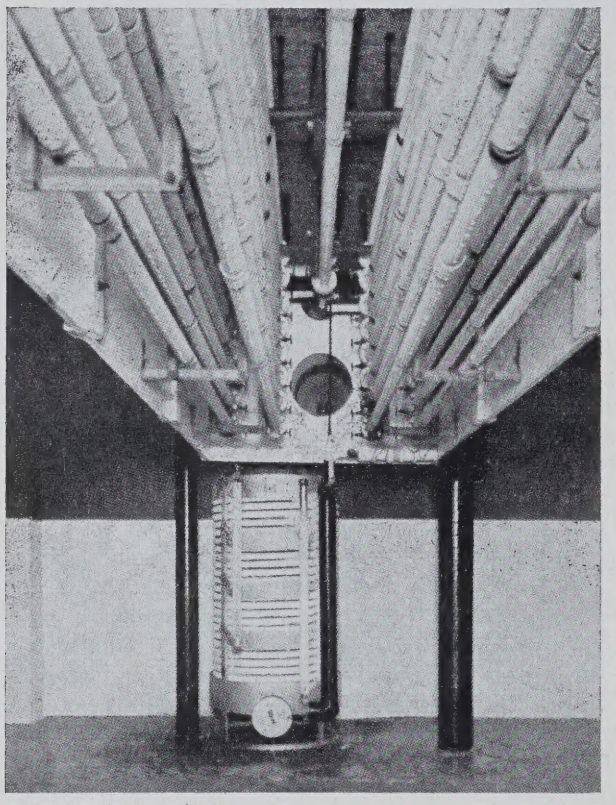


Abb. 2. Belüftungseinrichtung nach Moore und Kühlrohre.

Raumes zu bewegen. Die kalte Luft von den Schlangen an der Decke fällt nach unten und teilt sich nach beiden Seiten. Durch die Erwärmung am Kühlgut und durch die Einstrahlung von außen steigt sie an den äußeren Wänden empor zum neuen Kreislauf.

Versuche haben die dauernde Bewegung bestätigt ohne Querstörung und tote Ecken.

Zu 2. Das ganze Kühlhaus wird mit nur einer Soletemperatur betrieben aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sowie einfacheren Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit.

Die Kühlrohrsysteme wurden so unterteilt, daß die einzelnen Teile aus Rohren von 2" ⌀ im Durchschnitt eine Länge von 36 m, also eine Fläche von etwa 6,5 $m^2$ haben. Aus einer Abbildung erkennt man, daß 14 solcher absperrbaren Kühlschlangen als Deckensysteme angeordnet wurden, wodurch 28 Ventile erforderlich werden. (Ob bei dieser Anordnung die oben erwähnte Einfachheit gewahrt bleibt, erscheint zweifelhaft. Anm. d. Uebersetzers.) Diese Schlangen liegen 7fach übereinander (2 ineinander) wobei die Soleverteilungs- und Sammelstücke senkrecht davor angeordnet sind. Die Sole fließt also in den Schlangen nur waagerecht.

Zu 3. Besondere Sorgfalt ist darauf verwandt, die Luft selbsttätig aus der Anlage auszuscheiden. Da die Pumpen in einiger Entfernung aufgestellt sind, ist die Druckleitung zu den einzelnen Kühlstellen mit stetiger Steigung verlegt. Die Luft wandert also immer aufwärts durch die verschiedenen Verteilstücke und Kühlsysteme bis zum Ausgleichsbehälter auf dem Dache, wo sie entweichen kann, während die Sole durch die Sammelleitung zum Generator zurückfließt.

Da Luft in den Soleleitungen den Wärmedurchgang vermindert und die Korrosionsgefahr erhöht, wurde folgende Einrichtung zu ihrer raschen Entfernung getroffen.

Die Sole tritt in die 2" Kühlrohre durch ein $^3/_4$" Rohr ein, das durch eine aufgeschweißte Kappe mit dem 2" Rohr exzentrisch verbunden ist, und zwar liegt die Unterkante des Eintrittsrohres mit der Unterkante des größeren Rohres in einer Linie. Beim Austritt ist die Anordnung umgekehrt, so daß etwa eingezogene Luft sehr leicht das Kühlsystem durchläuft ohne sich festsetzen zu können.

Zu 4. Durch ordentliche Erdung der gesamten elektrischen Ausrüstung wird man wahrscheinlich die schädlichen Einwirkungen der Elektrolyse beseitigen können.

Da galvanische Wirkungen durch verschiedenartige Metalle hervorgerufen werden, sind in der Anlage nur schwarze Rohre mit Ventilen und Pumpenteilen ganz aus Eisen verwendet worden.

Die Besichtigung einer Reihe von Kühlhäusern hat gezeigt, daß die Kühlsysteme in den weitaus meisten Fällen an Verschraubungen schadhaft waren. Man führt dies darauf zurück, daß das Material an dieser Stelle infolge des Gewindes geschwächt und höher beansprucht wird, als das übrige Rohr und damit elektrisch von diesem verschieden ist. Daher hat man möglichst Sauerstoff-Azetylen-Schweißung angewandt; doch wo Gewinde notwendig war, benutzte man besonders starkwandiges und weiches Material.

Flanschverbindungen sind bei den Kühlsystemen nicht vorhanden, sondern das eine Rohrende wird aufgeweitet und das andere Ende 25 mm weit hineingesteckt. Auf diese Weise können keine »Schweißkugeln« und Rückstände in die Rohre gelangen.

Zu 5. In jedem Raum sind besondere Rohranschlüsse mit Ventilen zum Anschluß an eine fahrbare Pumpe mit elektrischer Heizung. Wenn die Schlangen abgetaut werden sollen, wird diese Pumpe angeschlossen, die Sole läuft durch den Erhitzer. Das losgetaute Eis wird abgeklopft und fällt in einen Karren.

Das Kühlhaus hat einen besonders angelegten Turm in einer Ecke des 8stöckigen Gebäudes, der durch eine Tür mit jedem Flur verbunden ist. Auf diese Weise erreicht man, daß bei einem Brande der Rauch aus irgend einem Stockwerk frei abziehen kann und nicht das Treppenhaus versperrt oder das Kühlgut in den anderen Räumen zerstört. Jeder Raum ist außerdem mit einer Regenvorrichtung versehen, die an die Soleleitung angeschlossen ist.

Freund.

**Kaltlager zur Aufbewahrung von Früchten.** Revue Technique Sulzer, 1930, **3.**

Die 4 Kühlräume für das Obst werden durch gemischte Kühlung (Luftkühler und Innenberohrung) je nach Art der Früchte auf 0 bis $+4^0$ C gehalten. Sie können bis zu 100 *t* aufnehmen. Zur Beseitigung der von den Früchten ausgeatmeten Kohlensäure saugt ein besonderer Ventilator die Luft vom Boden des Raumes ab. Vor dem Einlegen werden alle beschädigten Früchte ausgelesen und nur solche erster Wahl in den Kühlraum gebracht. Beim Ausbringen bleiben die Früchte einige Zeit in einem angewärmten Vorraum, sodaß sie nicht beschlagen, wenn sie ins Freie kommen. In einem andern Raum befinden sich 30 (später 40) stehende, runde, geschlossene Behälter von je 4000 l Inhalt, die mit Cider gefüllt sind. Dieser Raum wird durch Rippenrohre auf 0 bis — $1^0$ C gehalten. Die zu verarbeitenden Früchte kommen vom Eisenbahnwege in Aufnahmebehälter, werden gewaschen, geschnitten und gepreßt. Der Saft wird gefiltert, in Rieselkühlern gekühlt und lagert in den Behältern bei der tiefen Temperatur ohne zu gären.

Die Kältemaschine leistet 40000 kcal/h, der Ammoniakverdichter arbeitet zweistufig. Kr.

# Bücherbericht

**Index of the Literature of Food Investigation.** Vol. 2, Nr. 1, March 1930. Zusammengestellt von Agnes Elisabeth Glennie. Herausgegeben von Departement of Scientific and Industrial Research. 108 Seiten, Preis 2 s (netto). Zu beziehen durch H. M. Stationery Office, Adastral House, Kingsway, London W C 2.

Es wird über die in 89 Zeitschriften erschienenen Aufsätze aus dem Arbeitsgebiet berichtet. Die wichtigsten 79 Arbeiten sind besonders zusammengestellt. K.

**Neue Kataloge.**

Die Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, Wiesbaden, hat einen sehr hübschen Katalog (51 S. im Format dieser Zeitschrift) über ihre Großmaschinen herausgebracht. Nach einem kurzen Hinweis auf den Begründer der Firma wird die Wirkungsweise der Kältemaschine beschrieben, auf die Eigenschaften der Kältemittel und die Bedeutung des Arbeitens mit überhitzten Dämpfen hingewiesen. Die Vorteile der Verbundwirkung bei Tiefkühlanlagen und Anlagen in den Tropen wird aufgezeigt. Die Betriebsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der gelieferten Anlagen wird durch von der Firma eingerichteten Revisionsbüros überwacht und kann durch die bekannten Apparate zur Entlüftung und Leistungsprüfung gesteigert werden. Auf die der neuzeitlichen Werkstattstechnik entsprechenden Bauformen wird hingewiesen. Im weiteren wird die Verwendung der Kälte in den verschiedenen Industrien erläutert. Die Ausführungen werden in wirksamster Weise durch eine große Zahl sehr schöner photographischer Wiedergaben der einzelnen Apparate sowie ausgeführten Anlagen unterstützt. Der Katalog ist in französischer, englischer, spanischer und portugiesischer Sprache erschienen. Besondere Prospektblätter weisen auf besondere Apparate, wie Hochleistungsverdampfer und -verflüssiger, Eiszellen usw. hin.

Die Vereinigten deutschen Kältemaschinenfabriken Borsig - Germania - Humboldt, Berlin-Tegel, weisen in einem besonderen Prospekt auf ihre Kleinmaschinen für das Nahrungsmittelgewerbe hin, der viele Abbildungen und Wiedergaben von Anerkennungsschreiben enthält. Der Prospekt sowie Einzelblätter sind in englischer, französischer, spanischer und portugiesischer Sprache gedruckt.

Die Firma A. Freundlich, Düsseldorf, gibt Beschreibungen und Abbildungen ihrer Fabrikate in einer großen Zahl von Einzeldrucksachen, von denen jede einer besonderen Type gewidmet ist. Dies Verfahren hat den Vorteil, daß mit jeder einzelnen Schrift die Aufmerksamkeit des Lesers ganz besonders eindringlich auf die Einrichtung gelenkt wird, auf die sie gelenkt werden soll. Diese Absicht wird durch die Wiedergabe einzelner Maschinen und Apparate in Schnittzeichnung wesentlich unterstützt, namentlich dort, wo die Entwicklung im Laufe der Jahre gezeigt wird, z. B. bei dem Blatt über Eiszellen. Das Beifügen von Maßskizzen erhöht die Brauchbarkeit der Blätter. — Die Firma versendet ihre Schriften auch in französischer, englischer, spanischer, holländischer, italienischer und russischer Sprache.

Die Frick Company, Inc., Waynsboro, Pa. U. S. A., wendet sich an den Weltmarkt mit einem 62 Seiten starken Katalog, in dem der englische, deutsche und russische Text unmittelbar nebeneinander gesetzt sind. Dadurch wird die Verwendbarkeit des Kataloges gesteigert. Ein kurzer Abriß der Geschichte der Firma, eine Landkarte mit dem Verzeichnis der Niederlassungen sollen dem Leser ein Bild von der Bedeutung der Firma geben. Im übrigen wird das Wesen der Kälteerzeugung im allgemeinen und der Frickschen Maschinen im besonderen an sehr vielen recht guten Photos und Schnittzeichnungen dargetan, wobei viele interessante Einzelheiten gezeigt werden. Besonders interessieren den Europäer die typisch amerikanischen Konstruktionen der Eiserzeuger, Verflüssiger, Verdampfer, sowie die mit Dualeffekt arbeitenden Kohlensäuremaschinen. Kr.

# Kleine Mitteilungen

**Gefrierfleisch-Prozeß gegen das Reich.** Das Verbot der Einfuhr von ausländischem Gefrierfleisch ist am 1. Oktober endgültig in Kraft getreten. Infolge dieses Verbots haben der Reichsverband des deutschen Einfuhr- und Großhandels mit Gefrierfleisch und andere Verbände gegen das Deutsche Reich zunächst eine Schadenersatzklage über 300000M. angestrengt; der Gesamtschaden, den die durch das neue Gesetz betroffenen Wirtschaftskreise erleiden, wird auf viele Millionen veranschlagt. Die klagenden Verbände stehen auf dem Standpunkt, daß sie durch eine besondere Verordnung ein öffentliches Recht auf den gewerblichen Betrieb der Gefrierfleischeinfuhr für die Dauer von mindestens zehn Jahren erworben haben. Ihre Schadenersatzklage stützen sie darauf, daß ihnen dies Recht nach der Reichsverfassung nicht oder doch nur gegen angemessene Entschädigung

genommen werden könne. Der erste Verhandlungstermin vor der 36. Zivilkammer des Landgerichts I ist auf den 20. Oktober anberaumt worden.

Nach einem persönlichen Gutachten des Referenten im Reichsjustizministerium Dr. Paetzold (veröffentlicht in der Fleischerverbandszeitung Nr. 121/1930) ist der Schadenersatzanspruch, den der Reichsverband deutscher Gefrierfleischimporteure und -händler gegen das Reich wegen des Verbotes der Gefrierfleischeinfuhr mit Wirkung vom 1. Juli d. J. geltend macht, unbegründet. Der Entschädigungsanspruch könne weder auf das Gesetz über Zolländerungen vom 15. April 1930, noch auf das Reichsfleischbeschaugesetz und auf die allgemeinen Bestimmungen des Preußischen allgemeinen Landrechts gestützt werden. Auch das »politische Versprechen«, das durch die Verordnung vom 2. November 1923 insofern gegeben worden sei, daß die Einfuhrerleichterung »bis auf weiteres, jedoch mindestens bis 31. Dezember 1933« in Kraft bleiben solle, habe sich dadurch erledigt, daß sich die ordentliche Gesetzgebung darüber hinweggesetzt habe. Die vom Gefrierfleischgroßhandel in Erwägung gezogene Schadensersatzklage dürfe demnach kaum Aussicht auf Erfolg besitzen.

**Das Fest der Technik.** Am 7. November findet, wie in den vergangenen Jahren in den Gesamträumen des Berliner Zoo das schon traditionell gewordene Fest der Technik statt. Auch diesmal werden die Eintrittskarten ausschließlich durch die veranstaltenden technischen Vereine ausgegeben. Anfang Oktober ist noch einmal beraten worden, ob in Rücksicht auf die Zeitverhältnisse das Fest abgesagt werden sollte; die Auffassung der Kommission ging jedoch dahin, daß in Anbetracht der Tatsache, daß dieses Fest sich stets in würdigen Formen gehalten hat und im besonderen seine in den vergangenen Jahren recht erheblichen Einnahmen den Unterstützungskassen der technischen Organisationen zugeführt wurden, darauf nicht verzichtet werden sollte; denn niemals in den vergangenen Jahrzehnten sind diese Unterstützungskassen so stark beansprucht worden, wie zur Zeit. Das Fest wird sich auch diesmal zu einem großen Treffen aller technisch führenden Persönlichkeiten der Reichshauptstadt und ihrer Freunde auf gesellschaftlichem Boden gestalten. Im übrigen sind die erforderlichen Vorbereitungen, Verpflichtung der Kapelle (Kermbach), Sammlung für die Tombola usw. schon weit fortgeschritten. Verschiedene recht nützliche und wertvolle Dinge, so z. B. eine tragbare Singernähmaschine (elektrisch), Elektrolux-Staubsauger, Osram-Visalux-Strahler, Prometheus Heizkissen und Röster, Lücher-Heizteppich, Luxferprismen-Lampe, Calora-Bügler, Zwietusch Elektroküche und Heizapparate, Nora-Radio, Kuhlmann-Zeichenmaschine, Freiflugscheine der Lufthansa, Freifahrt auf einem Hapagdampfer nach England, Freifahrt zur Leipziger Frühjahrsmesse und viele andere Dinge waren schon Ende September bei der Geschäftsstelle eingetroffen, sodaß mit einer sehr gut beschickten Tombola gerechnet werden kann.

## Persönliches.

**Professor Rjasanzeff, Professor Karatygin, Ingenieur Estrin †.** Aus Rußland kommt die furchtbare Nachricht, daß eine große Anzahl unserer Fachgenossen erschossen worden sind. Wir stehen tief erschüttert vor dieser Tatsache, deren Zusammenhänge für uns vollkommen undurchsichtig und unverständlich sind. Wer, wie der Unterzeichnete, die Freude gehabt hat, die oben genannten Männer persönlich zu kennen, trauert nicht nur um ausgezeichnete Fachgenossen, sondern um vornehme, liebenswürdige Menschen, denen niemand eine ehrenrührige Handlung zugetraut hat. Besonders schmerzlich berührt das Schicksal von Professor Rjasanzeff, der fast vollständig erblindet war und dieses schwere Los heldenhaft mit Heiterkeit getragen hat. Wir werden das Andenken dieser Männer in Ehren halten. Krause.

## Patentbericht.

### Anmeldungen.

17a, 8. P. 46127. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann u. Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 20. 4. 23. Schweden 8. 3. 23.

17g, 3. S. 89307. Société pour l'Exploitation des Tubes Electro-Frettés, Paris; Vert.: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Vorrichtung zum Befestigen der längslaufenden Armierungsdrähte bei Flaschen und sonstigen Behältern zur Aufbewahrung und zum Transport von Gasen. 8. 1. 29. Frankreich 9. 1. 28.

17g, 5. H. 124130. Dr.-Ing. e. h. C. W. Paul Heylandt, Berlin-Britz, Gradestraße 91—107. Verfahren zum Wiedervergasen verflüssigter Gase mit tiefliegendem Siedepunkt. 5. 4. 29.

17a, 4. 506849. Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld, Kurze Str. 1. Sicherung für ein elektrisch angetriebenes Aggregat, insbes. für eine Kältemaschine. 14. 3. 29. M. 109247.

17a, 8. 506850. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Absorptionskältemaschine. 23. 8. 27. S. 81 29a.

17a, 8. 507134. Siemens-Schuckertwerke, Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Verfahren zur Druckverminderung in hermetisch geschlossenen Gefäßen. 1. 12. 28. S. 88645.

17a, 12. 506947. Schwarzwaldwerke Lanz G. m. b. H. Mannheim. Heiz- und Kühlvorrichtung für Absorptionsmaschinen; Zus. z. Pat. 436988. 1. 12. 28. Sch. 88554.

17a, 18. 507135. Siemens-Schuckertwerke, Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Kühlschrank mit einer Kältemaschine. 7. 9. 28. S. 87341.

17a, 8. P. 61083. Platen Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan u. Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Regelung der Beheizung von Absorptionskälteapparaten. 27. 8. 29.

17a, 9. D. 59511. Deutsche Gasglühlicht-Auer-Ges. m. b. H., Berlin O. 17, Rotherstr. 16—19. Sicher-

heitseinrichtung für Absorptionskältemaschinen. 10. 9. 28.

17b, 2. R. 9.30. Refrigerator Grid Co., Chicago, V. St. A.; Vertr.: Pat.-Anwälte Dipl.-Ing. J. Fritze, Hamburg 1, u. Dipl.-Ing. C. Stoepel, Berlin SW 11. Auswechselbarer Rost für Gefriergefäße. 8. 3. 30. V. St. Amerika 11. 3. 29.

17g, 2. H. 100026. Dr.-Ing. e. h. C. W. Paul Heylandt, Berlin-Britz, Gradestr. 91—107. Verfahren zur Verflüssigung und Zerlegung von Gasgemischen. 3. 1. 25.

17g, 5. F. 69450. Dipl.-Ing. Joseph C. Fritz, Köln-Kalk, Lüttringhauser Straße 32—38. Einrichtung zur Aufspeicherung und zum Verbrauch von in Flaschen unter hohem Druck angelieferten Gasen. 18. 10. 29,

17a, 7. D. 58640. Dr. Walther Dietrich, Weimarische Straße 27, und Dr. Clemens Bergl, Kaiserplatz 2, Berlin-Wilmersdorf. Vorrichtung zur Erzeugung von Kälte; Zus. z. Pat. 498133. 18. 6. 29.

17a, 9. D. 55315. Deutsche Glasglühlicht-Auer-Ges. m. b. H., Berlin O 17, Rotherstraße 16—19. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 26. 3. 28.

17b, 2. F. 66345. Firma A. Freundlich, Düsseldorf 60, Suitbertusstr. 137—143. Schutzhülse für Eiszellen aus Blech. 29. 6. 28.

17g, 2. A. 59331. L'Air Liquide Société Anonyme pour l'Etude et L'Exploitation des Procédés Georges Claude, Paris; Vertr.: Dipl.-Ing. W. Massohn, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verfahren zum Auftauen der Temperaturaustauscher von Gasverflüssigungs- und trennungsapparaten. 14. 10. 29. Frankreich 15. 3. 29.

17a, 8. P. 61309. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zum Beheizen von Absorptionskälteapparaten. 26. 9. 29.

17a, 8. P. 61764. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. 27. 11. 29, Schweden 1. 12. 28.

17a, 8. S. 85655. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Aus mehreren Einheiten zusammengesetzte Absorptionskälteanlage 19. 5. 28.

17a, 9. P. 54443. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte Berlin SW 11. Nur in einer Richtung wirksame Wärmeübertragungsvorrichtung. 22. 1. 27. V. St. Amerika 8. 12. 26.

17a, 10. S. 90067. Silica Gel Corperation, Baltimore, V. St. A.; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler, E. Maemecke und Dipl.-Ing. B. Wehr, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Anordnung zur selbsttätigen Ueberwachung des Betriebes von Gefrieranlagen. 23. 2. 29. V. St. Amerika 16. 4. 28.

17a, 10. S. 92458. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionskältemaschine. 27. 6. 29.

17a, 18. K. 110115. Edgar Rosing, Kopenhagen, und Dipl.-Ing. Hans Kauffmann, München; Vertr.: Dipl.-Ing. E. Bierreth, Pat.-Anwälte, Berlin SW 48. Kühlschrank mit schwenkbarer Absorbtionskältemaschine. 4. 7. 28.

17a, 18. S. 87333. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Mit einem Kälteerzeugungsapparat zusammengebauter Kühlbehälter. 5. 9 28.

17a. 4. C. 43682. Comstock & Wescott Inc., Boston, V. St. A.; Vertr.: F. Meffert und Dr. L. Sell, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Kühlvorrichtung 28. 9. 27.

17a, 4. D. 54642. Delco-Light Company, Dayton, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. G. Benjamin, Pat.-Anwälte, Berlin-Charlottenburg. Kältemaschine. 24. 12. 27.

17a, 8. P. 54311. Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan, Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zum Betriebe von ausschließlich durch Wärme betriebenen, kontinuierlich arbeitenden Absorptionskälteapparaten. 3. 1. 27. Schweden 6. 4. 26.

17a, 8. P. 20.30. Platten-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Kälteerzeugung in Absorptionskälteapparaten. 27. 1. 30. V. St. A. 30. 1. 29.

17a, 9. A. 54446. Aktiebolaget Absorbator, Stockholm; Vertr.: Dipl.-Ing. Dr. W. Karsten und Dr. C. Wiegand, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Intermittierend arbeitende Absorptionskältemaschine. 11, 6. 28. Schweden 1. 7. 27.

17a, 9. A. 54478. A. S. Amundsen Refrigerator Co., Oslo; Vertr.: J. Poths, Pat.-Anw., Hamburg. Periodische Absorptionskältemaschine. 4. 10. 27. V. St. Amerika 29. 10. 26.

17a. 9. K. 109302. David Forbes Keith, Toronto, Canada: Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anwalt, Berlin SW 11. Periodisch wirkender Absorptionskälteapparat. 5. 5. 28. V. St. A. 27. 6. 27.

17a, 12. B. 141946. Dr. Bernhard Beyschlag, Berlin-Wilmersdorf, Binger Straße 57. Adsorber für Kälteanlagen. 18. 8. 28.

17a, 9. D. 55318. Deutsche Glasglühlicht-Auer G. m. b. H., Berlin O 17, Rotherstraße 16—19. Verfahren zur Förderung von Lösungsmittel bei periodisch arbeitenden Absorptionskältemaschinen. 26. 3. 28.

17c, 3. B 138776. Brown, Boverie & Cie. Akt.-Ges., Mannheim. Kühlvorrichtung. 4. 8. 28.

17g, 2. M. 96962. Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Hanauer Landstraße 314—326. Verfahren zur Verhinderung des Unterkühlens des mit komprimierter Luft beheizten Rohsauerstoffbades der ersten Druckstufe von Zweisäulenluftzerlegungsvorrichtungen. 15. 11. 26.

### Erteilungen.

17a, 13. 508486. Dr. Leo Szilard, Berlin-Wilmersdorf, Prinzregentenstraße 95. Kältemaschine. 1. 11. 27. S. 82485.

17a, 15. 508487. Waggon- und Maschinenbau-Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Schleifringabdichtung für Kälteverdichterwellen. 22. 3. 28. W. 78882.

17b, 6. 508323. Ernst Max Uhlig, Potsdam, Kurfürstenstraße 14. Eismaschine mit stetig umlaufendem Hohlkörper. 21. 9. 28. U. 10398.

17f, 11. 507927. Askania-Werke A.-G., vorm. Centralwerkstatt Dessau und Carl Bamberg-Friedenau, Dessau, Unruhstraße 1. Wärmeaustauschvorrichtung mit zur Wärmeübertragung dienenden Heizrippen oder Lamellen. 23. 8. 28. A. 55149.

17g, 2. 508233. Dr. Franz Simon, Berlin W. 15, Pariser Str. 25/26. Verfahren zur Erzeugung von Kälte. 3. 1. 28. S. 83447.

17a, 16. 508673. Gebrüder Sulzer, Akt.-Ges., Winterthur, Schweiz; Vertr.: Pat.-Anwälte M. Wagner und Dr.-Ing. G. Breitung, Berlin SW. 11. Einrichtung zum Rückführen von Oel aus dem Verdampfer in den Kompressor von Kältemaschinen, Zus. z. Pat. 495341. 12. 10. 29 S. 94320.

17f, 11. 508965. Ludwig Honigmann, Aachen, Kupferstr. 2. Wärmeaustauschvorrichtung, bestehend aus aufeinander geschichteten Metallplatten mit einer Mehrzahl von parallelen Kanälen. 22. 1. 29. H. 119952.

17b, 2. 509269. Karl Glässel, Cannstatt. Verfahren zum raschen und gleichmäßigen Abtauen von Eiszellen. 11. 7. 28. G. 73804.

17g, 5. 509270. Dr.-Ing. e. h. C. W. Paul Heylandt, Berlin-Britz, Gradestraße 91—107. Verfahren zum Wiedervergasen verflüssigter Gase; Zus. z. Patent 501064. 6. 4. 29. H. 121067.

17g, 2. 509793. Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Rebstöcker Straße 57—59. Vorrichtung zur Zerlegung flüssiger Luft in Sauerstoff bei Zweisäulenapparaten; Zus. z. Pat. 505676. 15. 5. 26. M. 94531.

### Löschungen.

17a, 442612, 460936, 493396, 441752, 466090, 451287, 496883
c, 447255
d, 445572

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17c. 1135784. Märkische Kühlschrankfabrik G.m.b.H, Berlin S 59, Urbanstr. 64. Innenbeleuchtung für Kühlschränke o. dgl. 28. 8. 30. M. 3566.30.

17a. 1135893. Willy Hirche, Leopoldshain b. Görlitz. Luftgekühlter Verflüssiger für Kältemaschinen. 1. 7. 30. H. 2968.30.

17a. 1136210. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Schutzeinrichtung für das Inbetriebsetzen von Kälteanlagen, insbesondere von Haushaltskühlschränken. 22. 8. 30. S. 3818.30.

17c. 1136257. Dr. Karl Reimold, Asperg, Württbg. Trockeneisbehälter. 30. 7. 30. R. 2251.30.

17f. 1136082. Koksofenbau und Gasverwertung A.-G., Essen, Am Handelshof 1. Röhrenkühler. 24. 7. 30. K. 3510.30.

17f. 1136504. Friedr. Krupp Akt.-Ges. Essen. Wärmeaustauschkörper, insbes. Berieselungskühler. 15. 10. 29. K. 126635.

17f. 1136685. Brautechnik G. m. b. H., München, Brienner Str. 26. Hochleistungswärmeaustauschapparat. 27. 8. 30. B. 4549.30.

17af. 1136861. Richard Stetefeld, Berlin-Pankow. Schönholzer Str. 1. Endverbindungen für Rohrschlangensysteme. 19. 7. 30. St. 1132.30.

17a. 1137068. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Einrichtung zur Abdichtung der Antriebswelle an Kompressoren, insbesondere für Kältemaschinen. 16. 4. 29. S. 73666.

17a. 1137437. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Filter für die Kühlwasserleitung von Kältemaschinen. 29. 3. 30. P. 741.30.

17a. 1137781. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr,: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verdampfer und / oder Absorber für Absorptionskälteapparate. 31. 1. 27. P. 46056. Schweden 8. 1. 26.

17a. 1137782. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Diplom-Ing. E. Jourdan und Diplom-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verdampfer und / oder Absorber für Absorptionskälteapparate. 3. 1. 27. P. 1789.30. Schweden 8. 1. 26.

17a. 1137783. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan u. Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verdampfer und / oder Absorber für Absorptionsapparate. 3. 1. 27. P. 1790.30. Schweden 8. 1. 26.

17a. 1137785. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Regelvorrichtung für Kühlschränke. 1. 8. 28. P. 49574. Schweden 20. 7. 28.

17a. 1138055. Eduard Ahlborn Akt.-Ges., Hildesheim. Kältespeicher. 8. 9. 30. A. 2301.30.

17a. 1138340. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan und Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 2. 2. 27. P. 46278.

### Verlängerung der Schutzfrist.

17a. 1137781, 1137782, 1137783, 1138340.
c. 1009026, 1005483, 1006381.

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 6. 482054. Kälteanlage. Dr. Peter Schlumbohm in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 14. Februar 1929 ab.

Patentanspruch:

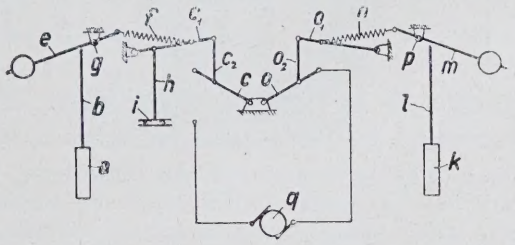
1. Kälteanlage, bestehend aus Kältemaschine und Verbrennungskraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des Kältemittels aus der Kältemaschine abgezapft und arbeitsleistend in der Kraftmaschine verbrannt wird, deren Hauptkraftstoff chemisch ein anderer ist als das Kältemittel.

1 weiterer Anspruch.

17a, 2. 489653. Selbsttätige Schaltvorrichtung für bedienungslos arbeitende Kälteerzeugungsanlagen. Aktiengesellschaft Brown, Boveri und Cie in Baden, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 3. Februar 1927 ab.

Patentansprüche:

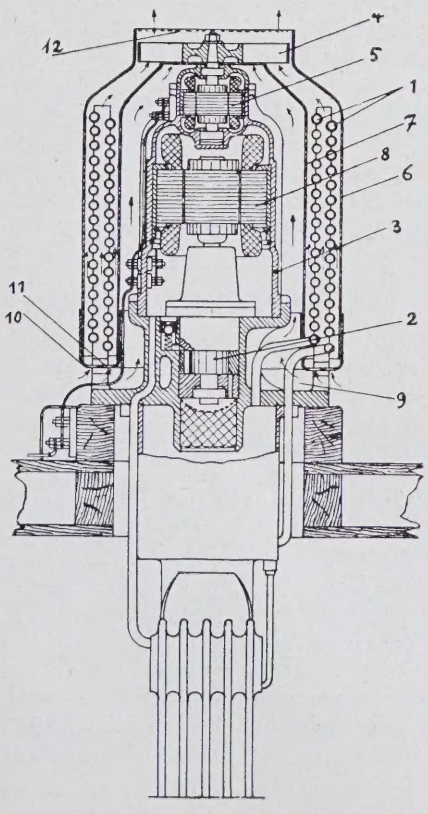
1. Selbsttätige Schaltvorrichtung für bedienungslos arbeitende Kälteerzeugungsanlagen, bei denen ein erster Thermostat in Abhängigkeit von der Temperatur des zu kühlenden Raumes bzw. des Kältemittels und ein zweiter Thermostat in Abhängigkeit von der Temperatur des gebrauchten Kühlwassers den Antriebsmotor ein- und ausschalten, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermostaten in an sich bekannter




Weise unmittelbar, d. h. nur mit Hilfe von Hebelgestängen, je einen Momentschalter für den Antriebsmotor ein- und ausschalten und daß der erstgenannte Thermostat außer den Motor auch gleichzeitig den Kühlwasserzufluß unmittelbar ein- und ausschaltet.

2. Selbsttätige Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichtet, daß beide Thermostaten an Stelle von zwei einzelnen Schaltern einen gemeinsamen Schalter im Motorstromkreis betätigen, der durch eine Feder in der Schließstellung gehalten wird und durch Schlaufenhebel im Antriebsgestänge entgegen der Federwirkung geöffnet wird.

17a, 1. 489191. Luftgekühlte Kompressions-Kleinkältemaschine. Gabriel Zwicky in Winterthur, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 24. Oktober 1928 ab.




Patentanspruch:

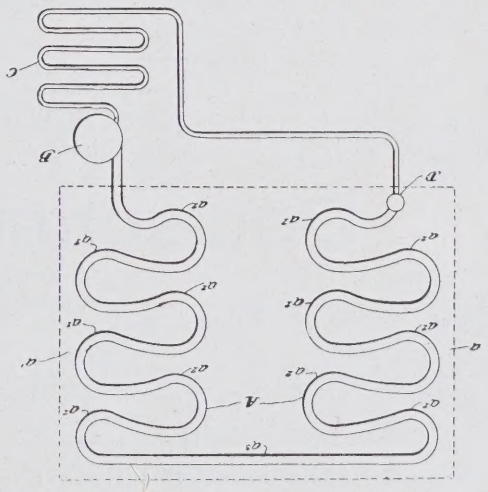
Luftgekühlte Kompressions-Kleinkältemaschine, um deren Kompressor und Kompressor- und Ventilatormotoren die mit einem Mantel umgebene Verflüssigerrohrschlange angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die durch den Ventilator von unten nach oben gesaugte Luft in zwei konzentrische, ringförmige Ströme geteilt wird, deren äußerer die zwischen zwei ringförmigen Gehäusen angeordnete Verflüssigerrohrschlange und deren innerer der Reihe nach den Kompressor, den Kompressormotor und den Ventilatormotor umspült und kühlt.

2 weitere Ansprüche.

17a, 17. 489994. Kältemaschine mit einer Lösung von Kältemittel und Schmiermittel als Arbeitsflüssigkeit. Chicago Pneumatic Tool Company in New York. Zusatz zum Patent 473414. Patentiert im Deutschen Reiche vom 11. Nov. 1927 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 21. Jan. 1927. Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 30. November 1926 ist in Anspruch genommen.

Patentanspruch:

1. Kältemaschine mit einer Lösung von Kältemittel und Schmiermittel als Arbeitsflüssigkeit, die durch Verdampfen von Kältemittel infolge Zufuhr von Wärme nach Patent 473414 an Schmiermittel angereichert



wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdampfer eine Anzahl von Sammelräumen ($a^2$) enthält, in denen die Konzentration des Gemisches aus Kältemittel und Schmiermittel erfolgt.

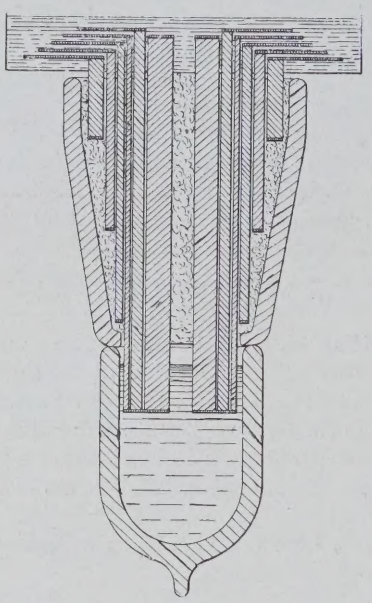
2 weitere Ansprüche.

17f, 11. 489994. Einrichtung zur Erzeugung von Kälte durch Ausnutzung des Peltier-Effektes. Horace François Adolphe Turrettini in Genf. Patentiert im Deutschen Reiche vom 9. Oktober 1925 ab.

Patentanspruch:

1. Einrichtung zur Erzeugung von Kälte durch Ausnutzung des Peltier-Effektes, bei der die Elementen-

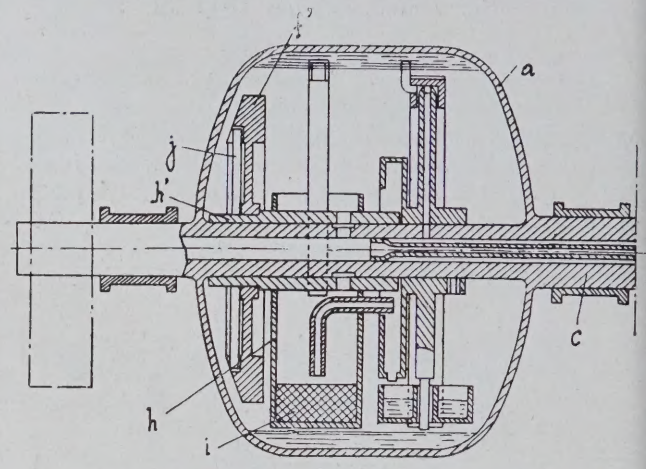
paare zu Reihen oder Gruppen vereinigt sind und die an den warmen Lötstellen entstehende Wärme abgeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die thermoelektrischen Elementenpaare oder -gruppen verschiedene Länge besitzen und derart gestaffelt angeordnet sind, daß sämtliche kalten Lötstellen bezw.



Lötstellengruppen in verschiedenen Ebenen liegen, wobei die kalten Lötstellen der kurzen Elementenpaare oder -gruppen die benachbarten Teile der längeren Elementenpaare oder -gruppen abkühlen, und daß sämtliche warmen Lötstellen der gestaffelten Elementenpaare sich außerhab der Zone befinden, in der die kalten Lötstellen liegen.

3 weitere Ansprüche.

17a, 2. 490279. Gasdicht geschlossene umlaufende Kältemaschine. Marcel Audiffren in Cannes und Albort Singrün in Epinal, Frankreich. Patentiert im Deutschen Reiche vom 25. Oktober 1928 ab. Die Priorität der Anmeldung in Frankreich vom 28. Oktober 1927 ist in Anspruch genommen.




Gemäß der Erfindung soll die Einwirkung der Schwere auf das Gegengewicht zeitweise verstärkt werden, wenn infolge einer Stockung im Betriebe der Maschine das Gegengewicht eine Schwingbewegung auszuführen sucht, welche, indem sie sich durch Resonanz erweitert, dazu führen könnte, daß das Gegengewicht durch den Rotor mitgenommen wird.

Dieses Ziel wird durch einen konzentrisch zur Welle der Maschine angeordneten, von dieser Welle nicht mitnehmbaren Schwungkörper erreicht, der mit dem festzuhaltenden Teil des Kompressors verbunden ist, die zweckmässig zwischen dem Schwungkörper und dem genannten Teil des Kompressors in der Drehrichtung einen gewissen Spielraum frei lassen.

Unter diesen Bedingungen werden, sobald das Gegengewicht zu schwingen sucht, seine Schwingungen sofort bei ihrer Entstehung durch die Trägheit des Schwungkörpers gebremst.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Physik.-Techn. Reichsanstalt Berlin

Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **H. J. Heising,** Ing., Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53. Postscheck-Konto: Deutscher Kälteverein Berlin 148122.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Direktor Prof Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dr.-Ing. e. h. **R. Pabst,** Berlin.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln.

An unsere verehrlichen Mitglieder!

**Betr. Fest der Technik 1930.** Wir verweisen auf unsere Mitteilnng im Septemberheft und heben zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich hervor, daß die Vertreter der veranstaltenden Vereine sich mit der Frage der Abhaltung des Festes trotz der schlechten wirtschaftlichen Lage kürzlich eingehend beschäftigt haben und dabei nach reiflicher Ueberlegung zu dem Beschluß gekommen sind, das Fest durchzuführen, um den Unterstützungskassen die gerade jetzt dringend benötigten Mittel zu beschaffen. Auch werden die Unkosten nach Möglichkeit eingeschränkt.

**Betr. Rückständige Zahlungen.** Unter höfl. Bezugnahme auf die in den letzten Tagen ausgegangenen Mahnungen des Schatzmeisters bitten wir auch hier nochmals um baldgefl. Erledigung dieser Angelegenheit.

Berlin, Anfang Oktober 1930.

I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

## Berliner Kälte-Verein

Die erste **Sitzung** nach der Sommerpause findet statt am **Dienstag, dem 21. Oktober ds. Js.,** abends 8 Uhr im Vortragssaal der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg, Werner-Siemensstraße 8—12. Herr Ministerialrat Prof. Dr.-Ing. D. Schäfer, Berlin, wird einen Vortrag halten über »Entzündbarkeit von Isolierungen, insbesondere auf Schiffen«, mit Lichtbildern. Unsere Mitglieder und Freunde sind herzlichst eingeladen. Der Schriftführer: Dotterweich.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1894 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**11. Heft** **Berlin SW. 9, November 1930** **37. Jahrgang**

Inhalt:

**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Die Beziehungen zwischen der Kältetechnik und der chemischen Industrie. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Karlsruhe. S. 209. — Die Nachteile von Zwischendecken bei kleinen Kühlräumen. Von Privatdozent Dr.-Ing. I. S. Cammerer, Berlin. S. 212. — Ueber Strömungswiderstand und Wärmeübergang in Rohren. Von S. Erk. S. 215. — Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit. S. 218. — **Zeitschriftenbericht.** S. 220. — **Bücherbericht.** S. 223. **Kleine Mitteilungen.** S. 223. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 224. — **Patentberichte.** S. 225. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 227. — Berliner Kälte-Verein. S. 227. — **Mitteilungen aus der Industrie.** S. 228.

## Die Beziehungen zwischen der Kältetechnik und der chemischen Industrie.

Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Karlsruhe.[1])

Ein Gebiet der Technik, das sowohl in die physikalische Chemie wie auch in die Lebensmittel-Chemie tief einschneidet, ist die Kälte-Industrie, die neben der Kälteerzeugung, also dem eigentlichen Kältemaschinenbau, auch das weite Gebiet der Kälteverwendung umfaßt. Die Beziehungen zwischen der Chemie und der Kältetechnik sollen an einigen wichtigen Beispielen beleuchtet werden.

Zunächst liefert die Chemie der Kälteindustrie die Stoffe, die diese als Kältemittel in den Kälteerzeugungsprozessen anwenden kann. Als industrielle Kältemittel in Kompressionsmaschinen galten ursprünglich fast ausnahmslos Ammoniak und Kohlensäure, die in hochreinem Zustand von der chemischen Großindustrie hergestellt werden. Dabei werden sowohl bei der Ammoniak-Synthese wie auch bei der Fabrikation der flüssigen Kohlensäure sehr umfangreiche Maschinenanlagen benötigt, welche die Bedeutung der Ingenieurarbeit für die chemische Industrie offenbaren. Die genannten Kältemittel sind sehr geeignet, solange es sich um industrielle Anlagen handelte, die mit Kolbenkompressoren betrieben werden, in denen keine zu tiefen Temperaturen verlangt werden, und bei denen eine sorgfältige Bedienung vorausgesetzt werden kann (Eisfabriken, Brauereien, Schlachthöfe, Markthallen, Kühl- und Gefrierhäuser, Schiffskühlanlagen u. a.). In dem Maße, wie sich die Anwendungsgebiete der Kältetechnik erweiterten, kamen auch neue Kältemittel zur Verwendung, deren reine und preiswerte Herstellung der chemischen Industrie oblag. So werden in Tiefkühlanlagen verschiedene Kohlenwasserstoffe, wie Aethan, Aethylen und Propan verwendet. Für Kleinkältemaschinen einschließlich der Haushaltmaschinen haben sich vorwiegend schweflige Säure und Methylchlorid, daneben auch Aethylchlorid und Isobutan eingebürgert. Für größere Anlagen zur Kühlung und Trocknung der Luft in Wohn- und Aufenthaltsräumen werden wegen des äußerst geringen Platzbedarfs Turbokompressoren mit hohen Drehzahlen verwendet. Um diese nicht nur für ganz große, sondern auch für mittlere Leistungen bauen zu können, und keine übermäßig hohe Stufenzahl zu brauchen, empfiehlt sich die Verwendung von Kälteträgern mit hohem Molekulargewicht und niedriger Spannungskurve. Als solche haben sich Dichloraethylen ($C_2H_2Cl_2$) und Dichlormethan ($CH_2Cl_2$) bewährt. Für die Erreichung tieferer Temperaturen mit Turbokompressoren kommt neben Aethylchlorid auch noch Methylbromid ($CH_3Br$) in Frage, vorausgesetzt, daß es sich billig genug herstellen lassen wird.

Ein ideales Kältemittel muß nicht nur günstige thermische Eigenschaften haben, die in erster Linie durch die Lage der Spannungskurve, des kritischen Punktes, des Erstarrungspunktes und durch das Verhältnis der Verdampfungswärme zur spezifischen Wärme der Flüssigkeit bestimmt sind; es muß vielmehr noch folgenden Forderungen genügen:

- es darf beim Einatmen nicht giftig wirken,
- es darf nicht feuergefährlich sein,
- es darf die wichtigsten Konstruktionsmaterialien auch in Anwesenheit von Luft und Wasserdampf nicht angreifen,
- es muß chemisch beständig sein,
- es muß preiswert sein.

Man muß bekennen, daß keines der bisher verwendeten Kältemittel alle diese Bedingungen zu erfüllen vermag. Es verdient daher eine Mitteilung Beachtung, die Midgley in der diesjährigen Versammlung der American Chemical Society machte und in der er, gestützt auf die Arbeiten von Prof. Swarts in Gent, die Gruppe der Chlor-Fluor-Methane für die Zwecke der Kältetechnik in den Vordergrund rückte. Entgegen allen Erwartungen fand er, daß wenn man in den Chlor-Substitutionsprodukten des Methans weitere Substitutionen der Wasserstoffatome durch Fluoratome vornimmt, der Siedepunkt sinkt und die Giftigkeit bedeutend abnimmt. Außerdem sind diese Stoffe nicht brennbar. Dagegen scheint ihre Herstellung nicht unerhebliche Schwierigkeiten zu bereiten, denn nach Angaben Midgleys, der seine Untersuchungen in den Laboratorien der Frigidaire-Gesellschaft, eine Tochtergesellschaft der General Motors Corp., durchführte, dürften etwa 2 Jahre vergehen, ehe an eine Herstellung in industriellem Maßstab gedacht werden kann. Die Preisfrage ist daher zunächst noch ungeklärt, auch fehlen bisher Angaben über die Beständigkeit und die chemische Aktivität dieser Stoffe. Vermutlich handelt es sich in erster Linie

[1]) Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für chemisches Apparatewesen in Frankfurt a. M. am 13. Juni 1930.

um Dichlordifluormethan ($CCl_2F_2$), dessen normaler Siedepunkt bei etwa $-28^0$ liegt.

Auch die Absorptions-Kältemaschinen, deren Arbeitsstoffe binäre Gemische sind, treten an die chemische Technik mit neuen Forderungen heran. Ursprünglich waren es Schwefelsäure und Wasser, die in diesen Maschinen verwendet wurden, doch traten sehr bald wässerige Ammoniaklösungen an ihre Stelle. Besonders in kleinen Maschinen, wie sie für Haushaltszwecke und für das Kleingewerbe in Frage kommen, ist das Wasser ein unerwünschter Bestandteil, weil seine Mitverdampfung im Austreiber die Kälteleistung im Verdampfer herabsetzt und daher die Anordnung kostspieliger Rektifizierapparate erfordert. Man hat daher mit Erfolg versucht, das Wasser durch feste Stoffe zu ersetzen, die Ammoniak in großer Menge absorbieren. Hierzu gehören in erster Linie die Chlorsalze der Alkali-Metalle und der Erdalkalien. So kann beispielsweise 1 Molekül Kalziumchlorid durch seine Nebenvalenzen bis zu 8 Molekülen Ammoniak anlagern ($CaCl_2 \cdot 8\ NH_3$), entsprechend 123 % seines Eigengewichts.

Der hohe Dampfdruck des Ammoniaks macht sich besonders im tropischen Klima unangenehm bemerkbar, und man hat sich daher nach anderen geeigneten Stoffen umgesehen. Gute Aussichten bietet insbesondere Methylamin ($CH_3NH_2$), das sowohl in Wasser stark löslich ist, wie auch von den erwähnten festen Stoffen in hohem Maße absorbiert wird. Bis vor kurzem bildeten jedoch die Herstellungskosten des Methylamins ein unüberwindliches Hindernis, es scheint jetzt aber der chemischen Industrie gelungen zu sein, auch diesen Stoff preiswert herzustellen.

Neben der Absorption spielt auch die Adsorption in der Kälteerzeugung eine erhebliche Rolle. So ist beispielsweise die starke adsorptive Fähigkeit von kolloidaler Kieselsäure (Silica-Gel) für Wasserdampf und für Schwefeldioxyd bereits praktisch für die Erzeugung von Kälte herangezogen worden. Auch an aktive Kohle in Verbindung mit Ammoniak oder Methylalkohol ist sehr ernstlich gedacht worden, doch müßte für eine wirtschaftliche Verwertung dieses Gedankens die Aktivität der Kohle noch um 50 bis 100 % gesteigert werden.

Wenn somit die Kältetechnik in ihrer Entwicklung in hohem Maße von der chemischen Industrie abhängt (denn Luft und Wasser kommen als Kältemittel nur ausnahmsweise in Frage), so leistet sie dieser auch wertvolle Gegendienste für die Durchführung verschiedenartiger Verfahren. Als Beispiele nennen wir die Verflüssigung von Gasen, die Erstarrung von Flüssigkeiten, die Kristallisation von Salzen aus Mutterlaugen, die Zerlegung von flüssigen und gasförmigen Gemischen in ihre Bestandteile, die Regelung der Reaktionsgeschwindigkeit u. a.

Für die Gasverflüssigung gibt es neben der Abkühlung noch das Mittel der Zusammendrückung. Die Abkühlung wird aber in allen denjenigen Fällen unentbehrlich, in denen die kritische Temperatur des Gases unterhalb der Umgebungstemperatur liegt. Aber selbst wenn das nicht der Fall ist, zieht man manchmal die Abkühlung der Verdichtung vor. Dies gilt z. B. für die Chlorverflüssigung, bei der man die Temperatur bis $-34^0$ senkt, um das Chlor bei Atmosphärendruck zu verflüssigen. Die Verdichtung des Chlors wird gerne vermieden, weil damit eine Temperatursteigerung verbunden ist, mit der seine chemische Aktivität gegenüber den Baustoffen stark ansteigt, und weil ein Ausströmen des verdichteten Chlors durch Stopfbüchsen und Flanschverbindungen für das Bedienungspersonal gefährlich ist.

Interessante thermodynamische und maschinentechnische Aufgaben bietet die industrielle Herstellung von fester Kohlensäure, die für bestimmte Zwecke das gewöhnliche Kunsteis ersetzen soll[1]). Es sind beachtenswerte Bestrebungen im Gange, der festen Kohlensäure einen laufenden Absatz in Haushalt-Kühlschränken und für den Transport leichtverderblicher, insbesondere gefrorener Ware zu sichern. Die Vorteile vor dem gewöhnlichen Eis liegen vor allem darin, daß die feste Kohlensäure bei Wärmezufuhr nicht schmilzt, sondern sich unmittelbar in Gas verwandelt. Man bezeichnet sie daher als »Trockeneis«. Die Kälteleistung der Raumeinheit ist etwa dreimal größer als bei Wassereis, sodaß die Schränke bezw. die Kühlwagen besser ausgenutzt werden können oder seltener beschickt zu werden brauchen. Der Verbrauch ist sehr sparsam, doch erscheinen die von interessierter Seite veröffentlichten Verbrauchszahlen im Vergleich mit gewöhnlichem Wassereis wenig glaubwürdig. In einem kleinen Haushalt kommt man in besonders für diesen Zweck gebauten Schränken mit 10 kg fester Kohlensäure eine volle Woche aus. Der heutige Verkaufspreis beträgt 50 bis 60 Pf/kg. Als Ausgangsprodukt dient flüssige Kohlensäure. Die primitive Herstellung von lockerem Schnee durch Abblasen der unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit und durch nachträgliches Pressen des Schnees in feste Blöcke ist unwirtschaftlich. Die Abdrosselung der Flüssigkeit muß in mehreren Stufen erfolgen und der in jeder Stufe gebildete Dampf muß der entsprechenden Stufe eines mehrstufigen Kompressors zugeführt werden. Die Verfestigung läßt man zweckmäßig nicht bei Atmosphärendruck, sondern in der Nähe des Tripelpunktes (5,3 at $-56{,}6^0$) eintreten, wobei es gelingt, unmittelbar einen festen Block zu erhalten.

Die Zahl der Beispiele, die man für die Zerlegung von Gemischen in ihre Bestandteile durch Kälte anführen kann, ist sehr groß; ich beschränke mich auf einige wenige, die durch die Größe der dabei benutzten Kühlanlagen und durch ihre wirtschaftliche Bedeutung besonders hervortreten.

Aus den Abwässern der Kaliindustrie wird eine konzentrierte wässerige Lösung von Glaubersalz ($Na_2SO_4$) und Chlormagnesium gewonnen, aus welcher man das Glaubersalz in reinem Zustand zu erhalten wünscht[2]). Der Temperaturkoeffizient der Löslichkeit dieser beiden Salze ist nun sehr verschieden. Während $MgCl_2$ auch bei tiefen Temperaturen noch sehr gut löslich ist und daher bei der Abkühlung gelöst bleibt, scheidet sich unter $0^0$ fast das ganze Glaubersalz in Kristallform aus. Diese Selektivität des Lösungsvermögens ist auch für andere Kälteprozesse in der chemischen Industrie kennzeichnend. Wichtig ist nun eine geregelte Kältewirtschaft: die Abkühlung der Lösung ist nicht Selbst-

[1]) Vgl. R. Plank, Z. d. VDI Bd. 73, 1929, S. 221.

[2]) Vgl. R. Pabst. Die Kältemaschine in der chemischen Industrie. Verlag für Fachliteratur, Berlin und Wien, 1925.

zweck, sondern geschieht nur zum Zwecke des Auskristallisierens von Glaubersalz; die kalte Endlauge muß daher zur Vorkühlung der warmen Anfangslauge oder zur Unterkühlung des Kältemittels verwendet werden. Für die Durchführung dieses Verfahrens sind in der deutschen Kaliindustrie Kühlanlagen mit Kälteleistungen von etwa 10 Millionen kcal/h in Betrieb[1]).

Als Beispiel für die Zerlegung von Flüssigkeitsgemischen nenne ich die Raffination von Erdölen nach dem Verfahren von Edeleanu[2]). Auch dieses Verfahren beruht auf einer selektiven Eigenschaft. Die Raffination erfolgt durch Zusätze von flüssiger $SO_2$. Sie besteht in der Trennung der aliphatischen wasserstoffreichen Verbindungen (Raffinat) von den aromatischen Verbindungen, die $H_2$-arm sind (Extrakt). Beim Zusatz von flüssiger $SO_2$ zum Rohöl bilden sich 2 Schichten, von denen die untere eine Lösung der unerwünschten aromatischen Stoffe in großen Mengen $SO_2$ darstellt, während in der oberen Schicht das Raffinat mit einem Zusatz von $SO_2$ erscheint. Die Trennung tritt nun umso vollständiger auf, je tiefer die Temperatur ist. Praktisch arbeitet man bei $-10^0$ und benutzt Kältemaschinen, in denen auch wieder $SO_2$ als Kältemittel verwendet wird. Auch hier kommt es auf eine richtige Kältewirtschaft an: nach erfolgter Trennung muß die in dem kalten Extrakt und Raffinat enthaltene Kälte zur Vorkühlung neuer Mengen von Erdöldestillat und flüssiger $SO_2$ verwendet werden, so daß dann von der Kältemaschine nur noch die Kälteverluste zu decken sind.

Als Beispiel für die Ausscheidung flüssiger oder fester Stoffe aus Gasen könnte man die Abkühlung der Luft unter ihren Taupunkt anführen, die in jedem Luftkühler einer Kühlanlage vor sich geht. Dabei scheidet sich der Wasserdampf oberhalb $0^0$ in Form von flüssigen Tropfen (Tau) ab, unterhalb $0^0$ in Form fester Kristalle (Reif). Dieses Beispiel ist aber zu banal. Es soll daher noch die in neuester Zeit nach dem Vorschlage von Lenze in Hamborn angewendete Reinigung des Leuchtgases und Koksofengases durch Abkühlung erwähnt werden, wobei sich Ammoniakwasser, vor allem aber Naphtalin ausscheidet[3]). Diese Reinigung spielt bei der Gas-Fernversorgung eine sehr wichtige Rolle, weil sich sonst in der Winterkälte das Naphtalin in den Fernleitungen von selbst ausscheidet und die Leitungen und Ventilquerschnitte verstopft. Die Reinigung dieser Leitungen kann dann sehr hohe Kosten verursachen. Während beispielsweise in 100 $m^3$ Gas bei $25^0$ noch 56,6 g Naphtalin enthalten sind, sinkt der Naphtalingehalt bei $0^0$ auf 4,5 g. Bei der Abkühlung des Gases auf $-5^0$ wird praktisch das ganze Naphtalin teils in Form weißer Kristalle, teils in Form einer öligen Lösung ausgeschieden. Das Interessante bei dieser Aufgabe ist, daß in den Gaserzeugungsanstalten sehr viel Abwärme von mäßiger Temperatur kostenlos zur Verfügung steht. Der Gedanke liegt also nahe, diese Abwärme für die Kälte-Erzeugung zu verwerten. Das gelingt durch die Anwendung von Absorptionskältemaschinen an Stelle der sonst vorwiegend gebrauchten Kompressionsmaschinen, zu deren Antrieb mechanische oder elektrische Energie erforderlich ist. Im Ruhrgebiet stehen bereits derartige Anlagen mit Kälteleistungen von über 1 Million kcal/h und weitere große Anlagen sind im Bau.

Wichtig ist ferner in neuerer Zeit die Zerlegung des Koksofengases in seine Bestandteile geworden[1]). Sie diente ursprünglich der Entziehung der im Koksofengas enthaltenen hochwertigen Bestandteile wie Propylen, Aethylen usw. bis zum Methan. Später trat dann die Gewinnung von reinem Wasserstoff oder eines stöchiometrischen Gemisches von 75 Teilen Wasserstoff und 25 Teilen Stickstoff in den Vordergrund, welches weiterhin zur katalytischen Vereinigung in Ammoniak verwendet wird. Der Betrieb der Zerlegungsapparate für Koksofengase spielt sich in großen Zügen wie folgt ab:

Nach der Entschwefelung wird das Gas auf 12 at verdichtet und zuerst durch Druckwasser und dann in Türmen mit Natronlauge von seinem Kohlensäuregehalt befreit. Durch mehrstufige Ammoniak-Kältemaschinen wird das Gas dann auf $-45$ bis $-50^0$ vorgekühlt, wobei es von Wasserdampf und Benzol vollständig befreit wird. Es gelangt dann in den Trennungsapparat, wo es durch stufenweise Abkühlung auf immer tiefere Temperaturen einer fraktionierten Kondensation unter Gewinnung der einzelnen Kondensate (zu denen auch Kohlenoxyd gehört) unterworfen wird. Der Kältebedarf wird dabei durch flüssigen Stickstoff gedeckt, der im Trennungsapparat selbst verflüssigt wird. Die letzten fast nur noch aus Wasserstoff bestehenden Gasreste gelangen dann in eine Waschsäule, in der noch vorhandene kleine Verunreinigungen durch unterkühlten flüssigen Stickstoff entfernt werden.

Auch bei diesem Verfahren wird auf eine möglichst vollständige Rückgewinnung der Kälte großer Wert gelegt. Sowohl das gewonnene sehr kalte Wasserstoffgas, wie auch die abgeschiedenen und entspannten Kondensate geben vor dem Austritt aus dem Trennungsapparat ihre Kälte in Gegenströmern an neues zu zerlegendes Koksofengas und den zu verflüssigenden Stickstoff ab.

Bis zum Jahre 1929 wurden von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen Anlagen dieser Art geliefert, in denen täglich rund 6 Millionen Kubikmeter Koksofengas zerlegt werden.

Eine Zukunftsaufgabe, deren wirtschaftliche Möglichkeit nicht ganz geklärt ist, bildet die Entfernung des Kohlenoxyds aus dem Leuchtgas, und damit dessen Entgiftung, was von ganz außerordentlicher Bedeutung wäre.

Eine weitere Zukunftsaufgabe, die auch auf eine Trennung der Bestandteile eines Körpers hinausgeht, ist die Trocknung von Torf durch Gefrieren. Man hat berechnet, daß der Heizwert der in den norddeutschen Mooren zur Verfügung stehenden Torfmengen etwa 5,8 Milliarden Tonnen Braunkohlen oder 1,8 Milliarden Tonnen Steinkohlen entspricht und ausreichen würde, um ganz Ostpreußen während 50 Jahren mit Brennstoffen zu versehen. Noch

[1]) Vgl. Voigt, Z. d. VDI, Bd. 71, 1927, S. 1145.
[2]) Vgl. R. Plank, Z. d. VDI., Bd. 72, 1928, S. 1613.
[3]) Vgl. Lenze-Rettenmaier, Das Gas- und Wasserfach 1926, S. 689 und Zimpel, daselbst 1930, S. 135 sowie Rettenmeier, Dissertation Stuttgart.

[1]) R. Linde, Neues aus dem Gebiete der Gaszerlegung mittels tiefer Temperatur, Z. f. d. ges. Kälteindustrie Bd. 34 1927, S. 205 und 221.
50 Jahre Kältetechnik. Geschichte der Ges. für Linde's Eismaschinen, Wiesbaden, VDI-Verlag 1929.

wesentlich ergiebiger sind die Torfvorräte Rußlands. Der Naturtorf enthält aber bis zu 90 % Wasser, dessen Entfernung Wo. Ostwald als »eines der größten und folgenreichsten technischen Probleme« bezeichnet hat.[1]) Die zur Herstellung von Preßtorf notwendige Vertrocknung an der Luft beschränkt sich auf die trockene und warme Jahreszeit, sodaß im Durchschnitt nur mit 80 bis höchstens 100 Betriebstagen im Jahre gerechnet werden kann, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Preßtorffabriken stark beeinträchtigt wird. Die Ausscheidung des Wassers kann aber auch durch Ausfrieren in der Winterkälte erfolgen. Diese Erscheinung beruht auf dem Kolloidcharakter des im Torf enthaltenen Torfhumus. Durch das Gefrieren wird der Dispersitätsgrad des Torfhumus herabgesetzt, er verliert einen großen Teil seiner Bindekraft und gibt beim Abpressen nach dem Auftauen das Wasser leichter ab. Diese schon seit längerer Zeit bekannten Vorgänge werden neuerdings von E. Schimansky systematisch untersucht, und es gelang ihm die Mittel anzugeben, die zu einer größtmöglichen Entwässerung des ausgefrorenen Torfs führen. Es scheint mir, daß hier weitgehende Analogien vorhanden sind mit den schon früher erforschten Vorgängen beim Gefrieren tierischer Gewebe, also bei der Herstellung von Gefrierfleisch, wo auch der Kolloidcharakter des Muskelplasmas für die Klärung der beobachteten Vorgänge und für die Auswahl der günstigsten Verfahren entscheidend war; die Ziele sind in beiden Fällen allerdings entgegengesetzt, denn während man beim Torf eine weitgehende Trennung des Wassers von der kolloidalen Substanz anstrebt, sucht man beim Fleisch den Wassergehalt möglichst vollständig zu erhalten. Es müssen daher in beiden Fällen genau entgegengesetzte Maßnahmen verwendet werden. Beim Gefrieren von Fleisch muß man die kolloidale Struktur weitgehend erhalten, also ein feinkristallinisches Gefüge anstreben, was durch hohe Gefriergeschwindigkeit erreicht wird. Das Wasser gefriert dann innerhalb der Muskelfasern und diffundiert nicht vorher in die sie umgebenden Interzellularräume. Das Auftauen dagegen muß möglichst langsam vor sich gehen und nach dem Auftauen muß das Fleisch noch eine gewisse Zeit abhängen, um den Kolloiden Gelegenheit zu geben, wieder aufzuquellen. Man wird das Fleisch vor jeder mechanischen Pressung sorgsam bewahren[2]).

Beim Torf dagegen wird man durch langsames Gefrieren (wie es in der Winterkälte meist geschieht) eine grobkristallinische Struktur anstreben, die eine weitgehende Trennung des Wassers vom Kolloid bedeutet und daher zu einer teilweisen Zerstörung der Kolloidstruktur führt. Da aber das Rückquellungsvermögen trotzdem bis zu einem gewissen Grad erhalten bleibt, wird man, nach dem Vorschlage von Schimansky, die Torfmasse im gefrorenen Zustand zerkleinern und unmittelbar nach dem Auftauen abpressen.

[1]) Wo. Ostwald, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen.

[2]) Vgl. Plank, Ehrenbaum und Reuter. Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren, Berlin 1916.

E. Kallert, Die Konservierung von Fleisch durch das Gefrierverfahren, Berlin 1926.

Da man beispielsweise in Ostpreußen mit mindestens 150 Frosttagen im Jahr rechnen kann, so ergeben sich mit den obenerwähnten 80 bis 100 Stichtagen mit Lufttrocknung wesentliche Produktionsvorteile. Ob für die wirtschaftliche Durchführung des Gefrierverfahrens nur die gewaltigste aller Kältemaschinen — die natürliche Winterkälte — in Frage kommt, oder ob es gelingen wird, auch künstliche Kälte in den Dienst der Torftrocknung zu stellen, ist noch eine offene Frage. Es ist jedoch klar, daß die Torfgewinnung keine hohen Belastungen tragen kann, sodaß nur billige und einfache Verfahren Aussicht auf Erfolg haben.

Die angeführten Beispiele für die Verwendung tiefer Temperaturen in verschiedenen Betrieben der chemischen Großindustrie könnten noch in vielen Richtungen ergänzt werden. In erster Linie muß dabei noch an die Verfahren der Kältekonservierung in der Nahrungsmittel-Industrie gedacht werden; die Bewirtschaftung der schnell verderblichen Lebensmittel ist heute ohne den Gebrauch von künstlicher Kälte nicht mehr denkbar. Bei der Ausbildung der heute im Vordergrund des Interesses stehenden Schnellgefrierverfahren für Lebensmittel hat man die Ergebnisse der chemischen Forschung weitgehend zu Rate gezogen; insbesondere war es die Kolloidchemie, die die Gefrierveränderungen in tierischen und pflanzlichen Geweben richtig zu deuten lehrte und die günstigen Wege für die Entwicklung der Gefriertechnik wies.

Aber auch in vielen anderen chemischen Betrieben erweist sich die künstliche Kälte als Helfer, so z. B. in der Filmindustrie, der Riechstoffindustrie, in Seifefabriken, Hefefabriken, im Gärungsgewerbe, in Zuckerfabriken, Gummifabriken, in der Textilindustrie, Tabakindustrie, Lederindustrie u. a. Die Kältetechnik wird sich in diesen und anderen Gebieten der chemischen Technik noch viel stärker ausbreiten, wenn bei der Ausbildung der Kältetechniker die chemische Technologie und der chemische Apparatebau gebührende Berücksichtigung finden werden. Denn vielfach ergibt sich der Stillstand in der Entwicklung der Grenzgebiete aus der gegenseitigen Unkenntnis der Forderungen und Möglichkeiten. Das verständnisvolle Zusammenarbeiten des Ingenieurs mit dem Chemiker kann auf vielen Gebieten die schönsten Früchte tragen.

## Die Nachteile von Zwischendecken bei kleinen Kühlräumen.

Von Privatdozent Dr.-Ing. I. S. Cammerer, Berlin.

Im nachstehenden sollen an Hand eines bestimmten Falles einige grundsätzliche Ausführungen zur Ausgestaltung kleiner Kühlräume gemacht werden, die nicht nur unmittelbar die in Frage stehenden konstruktiven Einzelheiten behandeln, sondern ganz allgemeine Ueberlegungen zeigen, die auch sonst in der Kälteschutztechnik von Wichtigkeit sind; denn das, was den Kälteschutz wesentlich vom Wärmeschutz unterscheidet und in vielfacher Hinsicht zu ungleich größeren Schwierigkeiten führt, ist die besondere Gefährdung durch Feuchtigkeit.

Man findet in der Praxis außerordentlich häufig, daß bei Errichtung von Kühlräumen, die in Räumen normaler Größe eingebaut werden, gemäß Abbildung

durch eine Zwischendecke die Raumhöhe auf das unbedingt notwendige beschränkt wird. Diese Maßnahme wird von den Kältemaschinenfabriken in erster Linie unter dem Gesichtspunkt der Kälteleistungsersparnis getroffen, zuweilen erhofft man sich auch eine gewisse Vereinfachung der notwendigen Luftumwälzung.

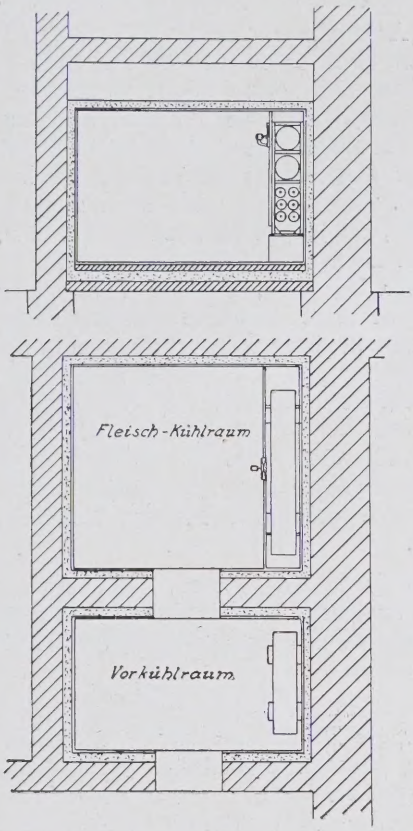



Abb. 1.

Was die Leistungsersparnis betrifft, so läßt sich ohne weiteres nachweisen, daß sie wirtschaftlich bedeutungslos ist, allerdings vorausgesetzt, daß man die Kälteverluste durch die Raumwandungen mit ihrer tatsächlichen Größe ansetzt, die heute leicht genügend genau berechnet und garantiert werden kann, nicht aber, wie dies leider noch häufig geschieht, in einer gewissen schematischen Weise, wobei der Kälteverlust an die Umgebung Zuschläge von 100% und mehr erfährt, die nichts mit dem Wärmeaustausch durch die Isolierung zu tun haben. Derartige Zuschläge mögen freilich an sich notwendig sein, sie sind aber mit jenen Faktoren rechnerisch in Zusammenhang zu bringen, auf die sie tatsächlich zurückzuführen sind, z. B. Kälteverlust durch Betreten des Raumes etc. Wie wenig sachgemäß bislang zuweilen vorgegangen wird, zeigt das Beispiel einer Lieferfirma für Kältemaschinen, die sich weigerte, die durch Verwendung eines um 25% besser isolierenden Korkfabrikates mögliche Kälteersparnis bei Bemessung ihrer Maschine anzuerkennen und statt dessen die entsprechende Vergrößerung der Isolierdicke verlangte.

Untersucht man an Hand der Größenabmessungen des Kühlraumes der Abbildung zahlenmäßig die Verhältnisse, so findet sich für Vorkühlraum und Fleischkühlraum bei einer Ausführung nach Abbildung eine isolierte Fläche von 85,6 m². Würde man den gesamten Raum ohne Einziehen einer Zwischendecke isoliert haben, so würde die zu isolierende Fläche 97,4 m² betragen. Die Ersparnis an kälteabgebender Fläche beträgt also rund 12% und man wird ganz allgemein sagen können, daß sie sich für die praktischen Fälle im Durchschnitt etwa zwischen 10 und 15% halten wird. Rechnet man nun, daß der Kältebedarf einer derartigen Anlage allerhöchstens zu 40% von den Kälteverlusten bedingt ist, die auf den Kältedurchgang durch die isolierte Fläche entfallen (also ausschließlich Nutzkälte, Verluste durch die Tür, durch Luftwechsel, Beleuchtung usw.), so bringt das Einziehen der Zwischendecke eine Ersparnis an Kälteleistung von etwa 4—6%, vorausgesetzt, daß die Kältemaschine nur zum Betrieb dieser beiden Kühlräume bestimmt ist. Dieser Mehrverlust von allerhöchstens 6% kann, wenn er wirklich einmal für die Bemessung der Maschine von Einfluß sein sollte, mit geringen Aufwendungen durch eine Erhöhung der Isolierstärken um 1 cm ausgeglichen werden, spielt also praktisch gar keine Rolle. Im übrigen ist hinsichtlich der Anlagekosten zu bedenken, daß das Einziehen einer Zwischendecke konstruktive Vorkehrungen erfordert, die in Fortfall kommen, wenn man die eigentliche Decke des Raumes isoliert.

Was die Luftumwälzung betrifft, so ist die natürliche Luftumwälzung praktisch unabhängig von der Raumhöhe. Bei Einbau eines Ventilators werden sich ebenfalls keine Mehraufwendungen von Bedeutung ergeben, wenn auf die Zwischendecke verzichtet wird.

Es kann also kein Zweifel sein, daß das Einziehen einer Zwischendecke durchaus keine technisch und wirtschaftlich notwendige Maßnahme darstellt. Die Praxis zeigt aber, daß sie umgekehrt sogar sehr häufig zu Schäden durch Feuchtigkeitsansammlungen führt, die in ihrem weiteren Verlauf Schuld an Modergeruchsbildung sein können und stets die Wärmeleitzahl der Isolierung bedeutend verschlechtern.

Gerade auf diesen Punkt muß hier kurz eingegangen werden. Nach neueren Feststellungen findet man sehr häufig in Korkisolierungen einen Feuchtigkeitsgehalt von 5 bis 10 Volumenprozenten und das bedeutet, daß die Wärmeleitzahl eine Erhöhung von 75 bis 110% erfährt[1]). Man sieht, auf wie schwachen Füßen heute eigentlich noch die Berechnung des tatsächlich zutreffenden Kälteverlustes eines Raumes steht, wenn man unter Vernachlässigung dieser Einflüsse mit den Laboratoriumswärmeleitzahlen rechnet und diese sich nach den Regeln des Vereins deutscher Ingenieure für die Prüfung von Kälteschutzstoffen mit einer Toleranz garantieren läßt, die bei den in Frage kommenden Wärmeleitzahlen, prozentual ausgedrückt, zwischen 5 bis 10% liegt. Es kann kein Zweifel sein, daß die (allerdings aus verschiedenen Gründen sehr schwierigen) Messungen des Kälteverlustes durch die Wände an ausgeführten Anlagen eine dringende Notwendigkeit darstellen, zu den von den interessierten Kreisen Mittel zur Verfügung gestellt werden sollten.

[1]) W. Jürges: »Bau- und Isoliertechnisches von Kühlräumen«, Ges. Ing. 1928, S. 650.

I. S. Cammerer: »Wärmeschutztechnische Untersuchungen an Wohnbauten« Bericht Nr. 2 der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen e. V., Berlin.

Zahlreiche Untersuchungen, die der Verfasser an kleinen Kühlräumen vorgenommen hat, haben ferner ergeben, daß für Feuchtigkeitsstörungen vielfach die dauernd in Gebäudemauern verbleibende Feuchtigkeit ausschlaggebend ist; denn selbst die Wände von Wohnungen haben stets einen oft überraschend großen Feuchtigkeitsgehalt. Nach umfangreichen Messungen des Verfassers an Siedlungsbauten im Auftrage der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen e. V., Berlin, schwanken diese Werte, die, wie betont werden muß, auch nach längerer Benutzung gefunden wurden, etwa in folgenden Grenzen:

| | |
|---|---|
| Ziegel- oder Kalksandsteinwand | Feuchtigkeit 0,5—2,5 Volumenprozent |
| Leichtbetone, wie Schlackenbeton, Zellenbeton, Aerokret | Feuchtigkeit 4—10 Volumenprozent |
| Bimsbeton | Feuchtigkeit 4—24 Volumenprozent |

Es ist klar, daß bei Kühlräumen, bei denen die Verhältnisse sehr viel ungünstiger als bei Wohnräumen liegen, diese Feuchtigkeitsgehalte noch wesentlich überschritten werden können. Von besonders ungünstiger Wirkung ist dabei die Tatsache, daß in porösen Körpern, wie dies alle Baustoffe mit einziger Ausnahme dichter, natürlicher Gesteine sind, die Feuchtigkeit stets im Sinne des Temperaturgefälles wandert. Bei Kühlräumen also grundsätzlich nach dem Rauminnern zu, wo bei sehr vielen Ausführungen eine Verdunstung an der inneren Oberfläche durch Fliesenbelag nicht möglich ist. Diese Erscheinung unterstützt die Anhäufung von Feuchtigkeit bei Kühlraumwänden ganz außerordentlich und wird besonders gefährlich dann, wenn der Raum, wie dies gerade bei kleinen Kühlräumen sehr häufig der Fall ist, nicht genügend Zeit hat, um wenigstens seinen natürlichen Trockenheitsgrad zu erreichen, d. h. also, wenn auch noch ausgesprochen Baufeuchtigkeit vorhanden ist. Während nach obigen Feststellungen Ziegel im allgemeinen nur einen Feuchtigkeitsgehalt von 0,5 bis höchstens 2,5 Volumenpronzenten haben, ergab sich sogar bei einem großen Kühlhaus, daß nur die äußeren Ziegelschichten diesen niedrigen Feuchtigkeitsgehalt aufwiesen, während die Vormauerung zwischen Korkisolierung und Fliesenbelag 11 Volumenprozent hatte.

Diese Tatsache muß man sich auch bei der Untersuchung des Falles vor Augen halten, der Anlaß zu diesem Aufsatz gibt. Meist wird die Raumdecke aus Beton und dergl. bestehen und einen Feuchtigkeitsgehalt von wohl kaum unter 5 in der Regel aber bis zu 10 Volumenprozent aufweisen. Rechnet man im Mittel mit einer Deckenstärke von 20 cm, so würde also in der Decke je nach ihrer Fläche eine Feuchtigkeitsmenge von 200 bis 600 Liter Wasser sein können, die, wie leicht begreiflich, durchaus ausreicht, um zu den erwähnten schweren Schäden zu führen. Im vorliegenden Fall zeigte sich an der Unterseite der Zwischendecke nach mehrmonatlichem Betrieb ein feuchter Fleck. Beim Oeffnen der Zwischendecke ergab sich, daß die darüber liegende Raumdecke dicht mit Tropfen besetzt war. Das ist verständlich, weil durch das gegen den Kühlraum zu gerichtete Temperaturgefälle die Feuchtigkeit der Decke gegen die Luftschicht gedrückt wird, wo sie nicht verdunsten kann oder wenigstens doch nur in dem Maße, in dem Feuchtigkeit an der noch etwas kälteren Isolieroberfläche der Zwischendecke ausfällt; denn die Luftschicht als solche ist ja sehr bald mit Wasser gesättigt. Jedenfalls mußte es, sei es durch Tropfenfall, sei es durch Kondenswasserniederschlag, zu der Feuchtigkeitsstörung an der Zwischendecke kommen.

Der Architekt versuchte sich zunächst dadurch zu helfen, daß er in die Seitenwände des abgeschlossenen Luftraumes kleine Oeffnungen schlagen ließ, die mit dem Raum vor dem Kühlraum in Verbindung standen, der verhältnismäß warm war wovon er sich eine Austrocknung dieser Feuchtigkeit versprach. Diese trat denn auch zunächst befriedigend ein, um jedoch bald vermehrten Feuchtigkeitsstörungen auch an anderen Stellen Platz zu machen. Der Grund lag darin, daß der Vorraum eine reichliche, wenn nicht dauernde Fensterlüftung aufwies. Sobald nun an einem Tage im September neblige Luft herrschte, bei der bekanntlich im Freien praktisch eine relative Feuchtigkeit von 100% vorhanden ist, stieg unmittelbar auch die Feuchtigkeit des Vorraumes im entsprechenden Maße und die über die Zwischendecke hinweg streichende Luft, die ja wieder abgekühlt wird, mußte erhebliche Mengen Feuchtigkeit ausscheiden.

Es sei darauf hingewiesen, daß überhaupt vielfach die Notwendigkeit einer kräftigen Fensterlüftung bei vielen Anlagen eine Vergrößerung der Schwitzwassergefahr bedeutet.

Die endgültigen Abhilfemaßnahmen sind einfach. Man hat die Zwischendecke zu entfernen und die Isolierung an den eigentlichen Raumwänden anzubringen. Selbstverständlich ist außerdem zur Aufrechterhaltung der Ventilation die Holzwand vor dem Kühlsystem bis an die eigentliche Decke hinaufzuziehen.

Ganz allgemein ist festzustellen, daß irgendwelche Luftschichten im Zusammenhang mit Kühlräumen grundsätzlich vermieden werden sollten, also auch die bei älteren Anlagen vielfach anzutreffenden Luftschichten im Ziegelmauerwerk. Desgleichen würde es sich empfehlen, Hohlblockbauweisen für Kühlräume besser zu vermeiden oder die Luftkanäle mit einem mageren Leichtbeton auszufüllen. Es ist ja bekannt, daß Luftschichten doch nur einen geringen Isoliereffekt haben, der gegebenenfalls in viel sicherer Weise durch eine geringe Erhöhung der Isolierstärke ersetzt werden kann. Sollte wirklich einmal, etwa bei ganz ungewöhnlichen Raumabmessungen, das Einziehen einer Zwischendecke unvermeidlich sein, so wird die an sich naheliegende Maßnahme, nämlich die vollkommene Austrocknung der die Luftschichten begrenzenden Bauteile und ihr luftdichter Abschluß praktisch nicht leicht zu verwirklichen sein. Man hat dann für eine Entlüftung zu sorgen, die im Gegensatz zu der im beschriebenen Falle versuchten, aber unbedingte Sicherheit für die Zufuhr von ständig genügend trockner Luft bieten muß. Das ist gegebenenfalls durch Einbau eines kleinen Ventilators, der die Luft aus trocknen Räumen ansaugt, wohl stets zu verwirklichen. Die Betriebskosten hierfür sind nicht allzu erheblich, weil kurzer täglicher Betrieb zur Trockenhaltung der Luftschichten genügt.

Der vorstehende kleine Aufsatz mag auch ein Beleg dafür sein, daß man heute über die physikalischen Voraussetzungen des Kälteschutzes in jeder Hinsicht klar genug sieht, um bei richtiger Beurteilung der Verhältnisse stets die zweckmäßige Auswahl des Materials und der Ausführung treffen zu können. Es seien hier nochmals die besonderen Schwierigkeiten von Kälteschutz-Isolierungen betont, weil im Falle eines Fehlschlages nicht nur der Kälteverbrauch der Kälteanlage steigt und die Isolierung durch Schwitzwasser oder Eisbildung rasch zerstört wird, sondern weil fast stets eine gänzliche Erneuerung notwendig wird, etwa mit Rücksicht auf Modergeruch durch Auftreten von Schimmelbildung. Dazu kommt, daß neben den Kosten einer Erneuerung vielfach der Betrieb selbst, etwa bei Metzgereien, durch Beanstandung der Ware einen schweren Verlust an Kundschaft erleidet. Man ist aber nicht mehr wie früher auf die doch immerhin begrenzte persönliche Erfahrung von Fachleuten angewiesen, wenngleich natürlich diese vor allem für die konstruktive Durchbildung oft sehr nützlich ist. Gerade das behandelte Beispiel zeigt, daß angesichts der Vielzahl der möglichen Einflüsse selbst durchaus gebräuchliche Maßnahmen der Praxis als grundsätzlich unzweckmäßig nachgewiesen werden können.

## Ueber Strömungswiderstand und Wärmeübergang in Rohren.

Von S. Erk.

Bei der großen technischen Bedeutung, die der Strömung im Rohr zukommt, ist es nicht verwunderlich, daß sie seit langem der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen war, wobei sich das Interesse natürlich vor allem auf den Strömungswiderstand konzentrierte. Im vorigen Jahrhundert, als noch eine ziemlich scharfe Trennung zwischen der aus den Bedürfnissen der Technik erwachsenen Hydraulik und der mehr mathematisch-physikalisch gerichteten Hydrodynamik bestand, gehörte die Messung des Strömungswiderstandes ganz zum Arbeitsgebiet der ersteren. Das Ergebnis der Untersuchungen war aber nur eine verwirrende Fülle von Faustformeln.

Die Möglichkeit, von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus alle Widerstandsmessungen zusammenzufassen und daraus ein Gesetz von allgemeiner Gültigkeit abzuleiten, eröffnete praktisch zum erstenmal Blasius 1913 durch die Anwendung des Aehnlichkeitsprinzips. Er fand in glatten Rohren für den Strömungswiderstand $\psi$, definiert durch die Gleichung

$$p_1 - p_2 = \psi \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\gamma w^2}{2g} \qquad (1)$$

die Formel

$$\psi = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\frac{w d}{\nu}}}. \qquad (2)$$

Hierin bedeutet $p_1 - p_2$ den Druckabfall (in cm Wassersäule) auf der Strecke $l$ (cm), $w$ die mittlere Strömungsgeschwindigkeit (cm/s), $\gamma$ (g/cm³) die Dichte, $\nu$ (cm²/s) die kinematische Zähigkeit des strömenden Stoffes, $d$ (cm) den Rohrdurchmesser und $g$ (cm/s²) die Erdbeschleunigung. Die Blasiussche Gleichung (2) gilt nur für das turbulente Strömungsgebiet, das ja für technische Anwendungen fast ausschließlich in Frage kommt und enthält als einzige Veränderliche nur mehr die »Reynoldssche Kenngröße« $wd/\nu$ (benannt nach O. Reynolds, der 1883 das Aehnlichkeitsprinzip in die Hydradynamik einführte), die wir mit den Buchstaben $Re$ bezeichnen.

Die Einführung des Aehnlichkeitsprinzips bedeutet einen außerordentlichen Fortschritt; denn es war dadurch möglich geworden, nicht nur Versuche miteinander zu vergleichen, die mit verschiedenen Rohrdurchmessern und verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten ausgeführt worden waren, sondern auch solche mit ganz verschiedenen Flüssigkeiten, ja sogar mit Flüssigkeiten und Gasen. Gerade auf die Bedeutung des letzteren Umstandes werden wir später (S. Seite 217) nochmals zurückkommen.

Die weitere Forschung führte nun einerseits durch Verfeinerung der Meßmethoden zu einer Steigerung der Genauigkeit, andererseits zu einer Ausdehnung des Forschungsbereiches, der bei Blasius etwa bis $Re = 50000$ reichte. Es liegt nun eine neue Untersuchung von R. Hermann[1]) vor, die in der Abteilung für angewandte Mechanik und Thermodynamik des Physikalischen Instituts der Universität Leipzig ausgeführt worden ist, von wo L. Schiller mit seinen Mitarbeitern schon seit einer Reihe von Jahren wertvolle Beiträge zur Strömungsforschung geliefert hat. Der Versuchsbereich dieser Arbeit, die an zwei gezogenen Rohren aus Messing und Kupfer von 6,8 bezw. 5,0 mm l. W. mit Wasser zwischen 7 und 53° ausgeführt wurde, umfaßt das weite Gebiet der Reynoldsschen Zahlen von 20000 bis 2000000. Die Versuche bestätigten die Messungen von Stanton und Pannell (1914) und Jakob und Erk (1924) innerhalb deren Untersuchungsbereich und ergaben für das gesamte Gebiet $20000 < Re < 2000000$ zur Berechnung des Widerstandskoeffizienten die Formel

$$\psi = 0{,}00540 + 0{,}396 \cdot Re^{-0{,}300} \qquad (3)$$

Die Formel (3) ist auch physikalisch sinnvoller als Gl. (2), weil sie für sehr große Werte von $Re$ auf einen konstanten Wert von $\psi$ führt, während $\psi$ nach Gl. (2) dem unmöglichen Wert 0 zustrebt.

Hermann verfolgte aber mit seiner Untersuchung außer der Vergrößerung der Genauigkeit und der Ausdehnung des Versuchsbereiches noch einen anderen Zweck, nämlich die Einbeziehung des Anlaufvorganges in das Reynoldssche Aehnlichkeitsgesetz. Man hatte schon früher festgestellt, daß bei gesteigerten Ansprüchen an die Meßgenauigkeit die Reynoldssche Zahl doch nicht als einzige Veränderliche zur Berechnung des Widerstands glatter Rohre genügte. (Daß die Strömung in rauhen Rohren die Berücksichtigung der Wandrauhigkeit erfordert, hatten schon die Untersuchungen der Hydraulik ergeben).

Schiller hatte bereits früher, ausgehend von der Prandtlschen Grenzschichttheorie, gezeigt, daß bei allen Untersuchungen über die Strömung im Rohr die Anlaufstrecke berücksichtigt werden muß. Er bezeichnet mit Anlaufstrecke den Teil des Rohres, in dem die Strömung von dem Zustand vor dem

[1]) 1. Teil von: R. Hermann und Th. Burbach, Strömungswiderstand und Wärmeübergang in Rohren. Akadem. Verlagsgesellsch. Leipzig 1930.

Rohr (z. B. aus der Ruhe eines weiten Behälters) in den stationären Zustand übergeht, der den jeweiligen Strömungsverhältnissen entspricht.

Streng genommen kann ja der »ideale« stationäre Zustand erst in einem unendlich langen Rohr erreicht werden. Die Messungen von Hermann haben aber ergeben, daß schon bei einer vor der Meßstrecke liegenden Anlaufstrecke von etwa $80 \cdot d$ ($d$ = Rohrdurchmesser) praktisch der stationäre Zustand erreicht ist. Die Gl. (3) gilt bei einer Anlaufstrecke von $170 \cdot d$. Da man in der Praxis sehr häufig mit kürzeren geraden Rohrstücken rechnen muß, hat Hermann auf Grund seiner Versuche mit verschieden langen Anlaufstrecken Korrekturen berechnet, die bei kürzerem oder längerem Anlauf an den nach Gl. (3) berechnetem Widerstandskoeffizienten angebracht werden müssen, wenn man größere Genauigkeit anstrebt. Sie sind in Zahlentafel 1 in Prozenten von $\psi$ wiedergegeben.

Zahlentafel 1.

Reduktion der Formel (3) auf andere Anlauflängen.

| *Re* | Art und Länge des Einlaufs | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | beliebig | | | | | abgerundet | | | abgedeckt |
| | 300 *d* | 250 *d* | 200 *d* | 150 *d* | 100 *d* | 75 *d* | 52 *d* | 44 *d* | 44 *d* |
| 80 000 | −0,5 | −0,3 | ± 0 | +0,2 | +0,4 | +0,8 | +2,2 | +3,5 | +2,0 |
| 200 000 | −0,6 | −0,3 | ± 0 | +0,2 | +0,5 | +0,9 | +2,3 | +3,6 | +2,3 |
| 1 000 000 | −0,7 | −0,4 | −0,1 | +0,2 | +0,6 | +1,0 | +2,7 | +4,6 | +3,0 |

Die Spalte »abgerundeter Einlauf« bezieht sich auf Versuche, die Hermann mit einem vor das Rohr geschalteten trompetenförmigen Einlaufstück gemacht hat, die Spalte »abgedeckter Einlauf« auf Versuche, bei denen durch eine auf den Rohranfang gesetzte kreisringförmige Blende der Einlaufquerschnitt auf die Hälfte herabgesetzt war. Aus dem Vergleich dieser beiden Spalten kann man die wichtige Folgerung ziehen, daß es praktisch keinen Zweck hat, eine möglichst störungsfreie Einströmung durch besondere Einlaufstücke anzustreben, da man auf diese Weise nur eine besonders stabile Strömung erhält, die auch besonders lange Zeit braucht, bis sie die stationäre Geschwindigkeitsverteilung erreicht.

Während die Untersuchung Hermanns mit glatten Rohren durchgeführt wurde und vor allem den Einfluß der Anlauflänge klarlegt, hat eine andere, ebenfalls kürzlich erschienene Arbeit ein praktisches Beispiel aus der Kältetechnik, nämlich die Strömung von überhitztem Ammoniakdampf in einem handelsüblichen Stahlrohr (extra heavy black steel pipe) von 1 Zoll Durchmesser zum Gegenstand. Die Arbeit ist von zwei Studenten, J. C. Reed und E. E. Ambrosius[1]) an der Universität von Illinois durchgeführt worden.

Die von Reed und Ambrosius erhaltenen Werte des Widerstandskoeffizienten sind in Zahlentafel 2 verglichen mit den nach der Hermannschen Formel (3) berechneten. Wie man sieht, liegen die amerikanischen Werte durchweg höher als die an dem glatten Rohr gemessenen, und die Kurve, die man erhält, wenn man $\psi$ als Funktion von *Re* aufträgt, strebt rascher der Horizontalen zu als die Hermannsche, wie nach den bisher an rauhen Rohren durchgeführten Messungen auch zu erwarten war.

[1]) J. C. Reed und E. E. Ambrosius, Refrig. Eng. **19**, 45; 1930. Vergl. Heft 8, 1930 S. 158 dieser Zeitschrift. (Die dort in Abb. 1 angegebenen Werte müssen mit 4 multipliziert werden, da der von Reed und Ambrosius gebrauchte Reibungskonfizient $\lambda$ gemäß Definition gleich $\frac{\psi}{4}$ ist.)

Zahlentafel 3.

Vergleich der Widerstandskoeffizienten nach Hermann und Reed und Ambrosius.

| *Re* | *lg Re* | Hermann | Reed und Ambrosius |
|---|---|---|---|
| 20 000 | 4,3 | 0,0257 | 0,0276 |
| 31 600 | 4,5 | 0,0231 | 0,0252 |
| 50 000 | 4,7 | 0,0208 | 0,0240 |
| 79 500 | 4,9 | 0,0188 | 0,0228 |
| 126 000 | 5,1 | 0,0171 | 0,0219 |
| 200 000 | 5,3 | 0,0156 | 0,0210 |
| 316 000 | 5,5 | 0,0143 | 0,0204 |
| 500 000 | 5,7 | 0,0131 | 0,0200 |
| 795 000 | 5,9 | 0,0121 | 0,0198 |

Auch der Wärmeübergang im Rohr ist ein technisch sehr wichtiges Problem, da das Rohr als häufigstes Bauelement an den meisten Wärmeaustauschern auftritt. Für die Erforschung des Wärmeüberganges ist die Kenntnis des hydrodynamischen Verhaltens eine unentbehrliche Grundlage, da der Wärmeübergang in erster Linie von den Größen abhängt, die die Strömung kennzeichnen, also, wie wir gesehen haben, vor allem von der Reynoldsschen Zahl.

Infolge der Wärmeströmung, die sich der Flüssigkeitsbewegung überlagert, tritt aber noch eine weitere Kenngröße auf, die ganz ähnlich gebaut ist wie die Reynoldssche Zahl, indem lediglich an Stelle der kinematischen Zähigkeit $\nu$ die Temperaturleitzahl $a$ des strömenden Stoffes tritt. $a$ ist nach der Gleichung

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} \qquad (4)$$

der Quotient aus der Wärmeleitzahl $\lambda$ und der spezifischen Wärme $c \cdot \gamma$ der Volumeneinheit. (Bei Gasen ist in Gl. (4) die spezifische Wärme bei konstantem Druck einzusetzen).

Die für den Wärmeübergang maßgebende Kenngröße, die »Pecletsche Zahl« *Pe* ist somit definiert durch die Gleichung

$$Pe = \frac{w \cdot d}{a}. \qquad (5)$$

Die Aehnlichkeit im Bau der Reynoldsschen und der Pecletschen Kenngröße ist physikalisch begründet durch die sehr weitgehende Analogie zwischen der Energieübertragung bei der Flüssigkeitsströmung und der bei der Wärmeströmung. Der Druckabfall in einer strömenden Flüssigkeit entsteht ja dadurch, daß Bewegungsenergie von dem rasch strömenden Flüssigkeitskern durch die langsamer strömende Randschicht an die ruhende Wand abgegeben wird. Bei der laminaren Strömung kommt dieser Energietransport lediglich dadurch zustande, daß die regellos hin- und herfliegenden Moleküle beim Zusammenstoß mit Molekülen aus langsamer strömenden Schichten ihren Ueberschuß an Impuls in der Strömungsrichtung abgeben. Bei der turbulenten Strömung wird dieser

— in radialer Richtung verlaufende — Impulstransport bedeutend verstärkt durch die Querbewegung der Turbulenz.

Der Stoffwert $\nu$, der in der Reynoldsschen Zahl auftritt, ist nach der Gleichung

$$\nu = \frac{\eta}{\gamma} \tag{6}$$

das Verhältnis der Zähigkeit $\eta$, die ein Maß für die Impulsaustauschfähigkeit der Moleküle ist, zur Dichte $\gamma$, die bei gegebener Geschwindigkeit ein Maß für die Impulsgröße der Moleküle ist.

Der Mechanismus des Wärmetransports ist der gleiche wie der der inneren Reibung. Nur wird beim Zusammenstoß der Moleküle nicht der Ueberschuß an Strömungsenergie (Geschwindigkeitskomponente in Richtung der Rohrachse), sondern der Ueberschuß an thermischer Bewegungsenergie (ungeordnete Bewegung) übertragen. Der Wärmetransport wird demgemäß ebenfalls durch die Turbulenz wirksam verstärkt.

Der kinematischen Zähigkeit $\nu$ in der Reynoldsschen Zahl entspricht in der Pecletschen Kenngröße die Temperaturleitzahl $a$, die nach der Gleichung

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} \tag{7}$$

ebenfalls ein Quotient verschiedener Stoffwerte ist. Im Zähler steht die Wärmeleitzahl $\lambda$, ein Maß für die Wärmeaustauschfähigkeit der Moleküle, im Zähler steht das Produkt aus der spezifischen Wärme $c$ und der Dichte $\gamma$, das ist die spezifische Wärme der Volumeneinheit, also ein Maß für den Wärmegehalt der Moleküle (ihre kinetische Energie, soweit sie von der ungeordneten Wärmebewegung herrührt).

In den allgemeinen Gleichungen des Wärmeübergangs treten somit die beiden Kenngrößen *Re* und *Pe* auf, weil 1. die Geschwindigkeitsfelder und 2. gleichzeitig die Temperaturfelder erfaßt werden müssen. Nun ist man natürlich bei jeder Untersuchung bemüht, die Zahl der Veränderlichen nach Möglichkeit einzuschränken. In bestimmten Fällen glückte dies bei der Behandlung des Wärmeübergangs. Nußelt hatte 1909 gezeigt, daß der Einfluß der Pecletschen Kenngröße (d. h. der Einfluß des Temperaturfeldes) auf die Wärmeübergangszahl verschwindet, wenn die infolge von Temperaturunterschieden auftretenden Dichteschwankungen keine merklichen Konvektions-Strömungen hervorrufen. Prandtl hatte dann weiterhin 1910, angeregt durch die Nußeltsche Arbeit, nachgewiesen, daß dieselbe Vereinfachung, nämlich die Vernachlässigung von *Pe* Nußeltsche Einschränkung allgemein bei Gasen zulässig ist. Man kann nämlich die Gleichung für die Wärmeübergangszahl

$$\alpha = f\,(Re,\ Pe) \tag{8}$$

auch ohne weiteres schreiben

$$\alpha = f\,(Re,\ Re/Pe) \tag{8a}$$

Bei Gasen wird der Wert

$$Re/Pe = \frac{w\,d\,\gamma}{\eta} \cdot \frac{\lambda}{w\,d\,c\,\gamma} = \frac{\lambda}{c\,\eta}$$

angenähert gleich 1, sodaß also tatsächlich die Größe *Pe* bei Gasen in erster Näherung vernachlässigt werden kann.

Nun hat aber gerade der Vergleich des Wärmeübergangs an Gasen mit dem an Flüssigkeiten einen besonderen Wert. Die praktische Bedeutung des Aehnlichkeitsprinzips liegt in der Möglichkeit, Modellversuche ausführen zu können. Z. B. ist es besonders wichtig, den Wärmeübergang für große Gasgeschwindigkeiten und Rohrdurchmesser zu kennen, wobei die Reynoldssche Zahl etwa Werte von der Größenordnung 100 000 erreicht. Mit solch großen Anlagen exakte Versuche auszuführen, ist praktisch nicht möglich. Man kann aber große Werte von *Re* auch mit kleinen Werten von $w$ und $d$, wie sie im Laboratorium erreichbar sind, darstellen, wenn man nur auch $\nu$ entsprechend klein wählt; denn es muß ja nur der Quotient $\frac{w\,d}{\nu}$ groß sein. Aus der Zahlentafel 3 ist nun ersichtlich, daß für den Modellversuch, wenn man große Reynoldssche Zahlen erreichen will, Flüssigkeiten besonders geeignet sind.

Zahlentafel 3.

Werte der dynamischen Zähigkeit $\eta$ und der kinematischen Zähigkeit $\nu$ für verschiedene Flüssigkeiten und Gase.

| | $\eta$ [cm$^{-1}\cdot$g$\cdot$s$^{-1}$] | $\nu$ [cm$^2\cdot$s$^{-1}$] |
|---|---|---|
| Quecksilber (20°) | 0,0156 | 0,00116 |
| Ammoniak (flüss., —33,5°) | 0,0026 | 0,0038 |
| Wasser (20°) | 0,0101 | 0,0101 |
| Glyzerin (20°) | 12 | 9,5 |
| Kohlendioxyd (Gas 0°, 760 mm) | 0,000138 | 0,07 |
| Ammoniak (Gas 0°, 760 mm) | 0,000093 | 0,124 |
| Luft (0°, 760 mm) | 0,000172 | 0,133 |
| Luft (0°, 7,6 mm) | 0,000172 | 13,3 |

Man mußte demnach versuchen, eine möglichst einfache Gleichung zur Berechnung des Wärmeüberganges abzuleiten, die nicht den von Nußelt und Prandtl in Kauf genommenen Einschränkungen unterworfen ist.

In der zweiten Arbeit des vorliegenden Heftes[1]) gelingt es nun Th. Burbach, diese Ableitung mit Hilfe einer von Schiller aus der Prandtlschen Grenzschichttheorie entwickelten Anschauung über den Anlaufvorgang durchzuführen. Die Gleichung, in der im Gegensatz zu den bereits erwähnten Vereinfachungen nunmehr die Kenngröße *Re* unterdrückt ist, also nur mehr *Pe* vorkommt, lautet für turbulente Strömung:

$$\alpha = \frac{\lambda_w}{d} \cdot 0{,}03955 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{\overline{w}\,d\,\overline{\gamma}\,\overline{c}}{\lambda_w}\right)^3}. \tag{9}$$

$\alpha$ ist hierin die Wärmeübergangszahl. Die Indizes weisen darauf hin, daß bei großen Temperaturdifferenzen zwischen Wand und Flüssigkeit für $\overline{\gamma}$ und $\overline{c}$ die der mittleren Flüssigkeitstemperatur entsprechenden Werte einzusetzen sind, für $\lambda_w$ dagegen der der Wandtemperatur entsprechende Wert. $\overline{w}$ bedeutet die mittlere Strömungsgeschwindigkeit.

Die Gl. (9) ist auf verschiedenen Annahmen aufgebaut, deren Zulässigkeit erst durch eine experi-

[1]) R. Hermann und Th. Burbach, a. a. O. S. 47.

mentelle Prüfung bewiesen werden mußte. Burbach führte zu diesem Zweck Versuche mit Wasser von 6 bis 110° ($\nu = 0{,}015$ bis $\nu = 0{,}0027$) in einem glatten gezogenen Messingrohr von 5,0 mm lichter Weite bei Strömungsgeschwindigkeiten von 5 bis 500 cm/s aus. Die Wärme strömte vom Wasser an die um einige Grad kältere Rohrwand. Die Reynoldsschen Zahlen lagen zwischen 173 und 93000, die Versuche erstreckten sich also auch in das laminare Gebiet hinein. Jedoch fallen die Versuche Burbachs bei den kleinen Reynoldsschen Zahlen immerhin noch in das gestörte Uebergangsgebiet, sodaß Burbach aus seinen Ergebnissen für das laminare Gebiet keine allgemeine Gleichung ableiten kann.

Im turbulenten Gebiet fallen die gemessenen Werte nicht ganz mit den nach Gl. (9) berechneten zusammen. Burbach führt dies auf experimentelle Schwierigkeiten zurück und hält gleichwohl seine Formel grundsätzlich für bestätigt. Seine Versuche lassen sich auch sehr gut durch eine neuerdings von Prandtl[1]) aufgestellte Gleichung darstellen. Diese lautet

$$\alpha = 0{,}0395 \cdot \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\left(\frac{w\,d}{\nu}\right)^{3/4}}{\sigma + C\,(1-\sigma) \cdot \left(\frac{w\,d}{\nu}\right)^{-1/8}}. \quad (10)$$

Hierin ist $\sigma = \frac{\lambda}{c\,\eta}$. Die Konstante $C$, für die Prandtl selbst mit Vorbehalt den Wert 1,6 angegeben hat, bestimmte Burbach aus seinen Versuchen zu 0,4.

Zum Schluß sei noch ganz kurz eine Arbeit von Dittus[2]) erwähnt, die sich mit dem Wärmeübergang im Gebiet der laminaren Strömung beschäftigt.

Bei den darin beschriebenen Versuchen wurde die Wärme von den elektrisch geheizten Rohren (zwei Stahlrohre von 4,7 bezw. 2,1 mm l. W. und zwei Messingrohre von 1,3 mm bezw. 0,74 mm l. W.) an Wasser und Oel abgegeben, das im Kreislauf durch die Rohre gepumpt wurde. Dittus leitete mit Hilfe von Dimensionsbetrachtungen die folgende Formel ab, deren Konstante er aus seinen Versuchen ermittelte

$$\alpha = 0{,}234 \left(\frac{\lambda \cdot \Theta}{d}\right)^{1/3} \cdot \gamma^{2/3} \cdot c \cdot \left(\frac{w\,d}{\nu}\right)^{1/12}. \quad (11)$$

Der Umstand, daß die Wärmeübergangszahl $\alpha$ noch einerseits von der Differenz $\Theta$ zwischen der mittleren Temperatur der Flüssigkeit und der Wandtemperatur, andererseits von der Strömungsgeschwindigkeit $w$ abhängt, läßt darauf schließen, daß bei den Versuchen die Konvektion noch eine Rolle spielte. Wenn die Konvektionsströmung vernachlässigbar klein wird, also im Rohr die Poiseuillesche Geschwindigkeitsverteilung besteht, müßte $\alpha$, wie Nußelt (1910) gezeigt hat, unabhängig von $\Theta$ und $w$ werden.

Zusammenfassung: An Hand neuerer Arbeiten auf dem Gebiet des Strömungswiderstandes und Wärmeüberganges in Rohrleitungen wird die physikalische Bedeutung der in den Gleichungen auftretenden Kenngrößen und Stoffwerte erörtert.

[1]) L. Prandtl, Phys. Zs. **27**, 487; 1928.

[2]) F. W. Dittus, Univ. of California Public. in Engin. **2**, 371; 1929.

## Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit.

Bericht über die Arbeiten von W. J. de Haas, Edm. van Aubel und I. Voogd.

Comm. from the Phys. Labor. of Leiden. Nr. 197 a—d und Nr. 193 c. Proc. Amsterdam **33**, 1930, Nr. 3. I. C. Mc. Lennan, I. F. Allen und I. O. Wilhelm Trans. of the Royal Soc. of Canada. 24. III. 1930 und über die damit zusammenhängenden Fragen.

Obwohl man nahezu sämtliche Elemente, teils in Leiden teils im Kältelaboratorium der Phys.-Techn. Reichsanstalt systematisch bis zu den tiefsten erreichbaren Temperaturen untersucht hat, ist die Zahl der gefundenen Supraleiter verhältnismäßig gering geblieben. Eine bestimmte festumrissene Gruppe, wie sie zum Beispiel die ferromagnetischen Metalle darstellen, nehmen sie aber im periodischen System nicht ein, auch ist es trotz mannigfacher Versuche bisher kaum möglich, irgendwelche gemeinsame Beziehungen zur Erklärung der Supraleitfähigkeit aufzustellen. Es besteht die Möglichkeit, daß bei noch tieferer Temperatur, also unterhalb 1,1° abs. weitere Elemente supraleitend werden. Die Verunreinigungen, die man vielfach für das Nichteintreten der Supraleitfähigkeit verantwortlich gemacht hat, können eine so entscheidende Rolle kaum spielen, da aus zahlreichen Versuchen hervorgeht, daß trotz hohen Restwiderstandes, der zweifellos durch Verunreinigungen hervorgerufen wurde, der supraleitende Zustand eintrat.

So lag es nahe, festzustellen, wie die Sprungpunkte der supraleitenden Elemente sich ändern, wenn man eine zweite Komponente, sei es einen Nichtsupraleiter oder einen Supraleiter, zulegiert; ferner ob eine Legierung aus zwei Nichtsupraleitern supraleitend werden kann. Untersuchungen an derartigen Legierungen wurden in Leiden und in Toronto (Canada) in größerem Umfange durchgeführt.

De Haas, van Aubel und I. Voogd fanden, daß die Legierung *Au-Bi* bei 1,92° abs. supraleitend wird. Die beiden Komponenten weisen bei den tiefsten erreichbaren Temperaturen keine Supraleitfähigkeit auf; doch grenzen sie im periodischen System unmittelbar an eine größere Gruppe von Supraleitern. Das Schmelzdiagramm zeigt nur für Wismut eine Löslichkeit von 4% in Gold. Wismut selbst löst kein Gold, sodaß das Eutektikum aus einem mechanischen Gemenge von *Bi* und fester *Au-Bi*-Lösung besteht, wobei je nach der Konzentration Kristalle von *Bi* in *Au-Bi* oder *Au-Bi*-Lösung in *Bi* eingelagert sein werden. Zur Untersuchung gelangten nur Eutektika mit wechselndem *Bi*-Gehalt. Die supraleitende Phase der Eutektika scheint die feste Lösung von *Bi* in Gold zu sein. Bei sehr hohem *Bi*-Gehalt von 99,5% und 97,5% findet wohl ein Sprung bei 1,92° abs. statt, jedoch führt er nicht bis zur völligen Supraleitfähigkeit, sondern zu einem je nach dem Wismutgehalt verschieden hohen Restwiderstand. Dieser Restwiderstand, der bis zu 1,13° abs. verfolgt wurde, fällt kontinuierlich und gehorcht nicht dem Ohmschen Gesetz. Als Erklärung für diese eigentümliche Abfallskurve nimmt man an, daß die supraleitende Komponente in großer Verdünnung, vielleicht als nicht durchgehende Schicht verschiedener Dicke in den Wismutkristallen eingelagert ist. Die dickeren Lamellen bedingen den anfänglichen scharfen Sprung bei 1,92° abs.; dagegen

wird bei den äußerst dünnen Schichten infolge des starken Magnetfeldes, das durch den Meßstrom hervorgerufen wird, der supraleitende Zustand unterbunden. Erst bei weiterer Senkung der Temperatur wird das Magnetfeld unwirksam, und damit tritt ein kontinuierliches Verschwinden des Restwiderstandes ein. Bei den Eutektika mit weniger als 90% *Bi*-Gehalt tritt die Supraleitfähigkeit bei 1,92° abs. ein. Man kann vielleicht daran denken, daß Gold unterhalb 1,1° abs. supraleitend wird.

Ob die dem Gold und Bismut chemisch verwandten Elemente wie Antimon bezw. Silber und Kupfer die gleiche Eigenschaft haben, ist noch nicht erforscht worden.

Die Messungen an den intermetallischen Verbindungen $Ag_3Sb$ und $Cu_3Sb$ reichen nur bis 14,1° abs. Bei dieser Temperatur haben sie noch einen äußerst hohen Restwiderstand von ungefähr 0,82 des Widerstandes von 0° Cels.

Legierungen, deren Komponenten aus einem Supraleiter und einem Nichtsupraleiter bestanden, wurden von den oben genannten Forschern sowie von Mc. Lennan und Mitarbeitern untersucht.

Die Legierungen wurden vorwiegend als intermetallische Verbindungen oder als Eutektika, die aus einem mechanischen Gemenge zweier Phasen bestanden, verwendet. Auf welche Phase des Eutektikums die Supraleitfähigkeit zu beziehen ist, läßt sich daher nicht immer mit Sicherheit angeben. Doch scheint in der Regel die Verschiebung des Sprungpunktes, sei es zu höheren Temperaturen oder zu niedrigeren, durch eine begrenzte Auflösung des Nichtsupraleiters in dem Supraleiter bedingt zu sein. Entweder besetzen die Fremdatome die Gitterpunkte der Grundkomponente in ungeordnetem Zustande, oder sie lagern sich unregelmäßig zwischen den Gitterpunkten. Der letzte Fall scheint bei der begrenzten Mischbarkeit der häufigere zu sein. Doch tritt in beiden Fällen eine Aenderung der Gitterparameter des Lösungsmittels ein. Der spezifische Widerstand ändert sich, die Härte usw. Gleichzeitig tritt eine Verschiebung des Sprungpunktes auf. Bei den intermetallischen Verbindungen nimmt man an, daß die unregelmäßige Anordnung der Atome im Mischkristall in einen geordneten Zustand umgewandelt wird. Doch scheint man nach neuerer Auffassung bei den Gittern vieler Metallide einen wesentlich komplizierteren Aufbau annehmen zu müssen. Leider fehlt in all diesen Fällen das röntgenographische Material, sodaß es vorläufig kaum möglich sein wird, auf Grund dieser Versuche einen tieferen Einblick in das Wesen der Supraleitfähigkeit zu gewinnen.

Die Verschiebungen der Sprungpunkte der supraleitenden Elemente durch die Fremdatome sind in einer Zahlentafel, die im wesentlichen von Mc. Lennan aufgestellt wurde, zusammengefaßt. In ihr beziehen sich die mit *L* oder *T* bezeichneten Werte auf die in Leiden oder in Toronto gemessenen Sprungpunkte.

In Leiden hatte man gefunden, daß Wismut und Antimon die Eigenschaft haben, den Sprungpunkt eines Supraleiters zu erhöhen. Die intermetallischen Verbindungen $Bi_5Tl_3$ und $Sb_2Tl_7$ wurden bei 6,4° abs. und 5,5° abs. supraleitend, während der Sprungpunkt von Thallium bei 2,4° abs. lag. Durch diese Eigenschaft des *Bi* ist auch der Sprungpunkt der *Au-Bi*-Legierung vielleicht zu erklären. Mc. Lennan und Mitarbeiter untersuchten daraufhin systematisch, ob diese Eigenschaft auch die übrigen Elemente der 5. Gruppe des periodischen Systems wie Phosphor und Arsen besitzen. Diese Vermutung bestätigte sich, wie aus der Tafel zu ersehen ist.

Sprungpunkte der Legierungen in ° abs.

| Nichtsupraleiter | Supraleiter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Pb* | *Sn* | *Tl* | *Au* | *Hg* | *In* |
| | $7{,}2_L$ | 3,7 | 2,5 | <1,00 | 4,2 | 3,4 |
| *Bi* | $8{,}8_T$ | $3{,}8_L$ | $6{,}4_T$ | $1{,}92_L$ | | |
| *Sb* | $6{,}6_T$ | $3{,}8_L$ | $5{,}5_T$ | | | |
| *As* | $8{,}4_T$ | $4{,}1_T$ | | | | |
| *P* | $7{,}8_T$ | | | | | |
| *Cd* | | $3{,}61_L$ | $2{,}5_L$ | | | |
| *Zn* | | $3{,}65_L$ | | | | |
| *Cu* | $<2{,}25_T$ | $<1{,}31_L$ | | | | |
| *Ag* | $7{,}2_T$ | $<1{,}36_L$ | $2{,}65_L$ | | | |
| *Au* | $7{,}0_T$ | | $1{,}92_L$ | | | |
| *Ca* | $7{,}0_T$ | | | | | |
| *Li* | $7{,}2_T$ | | | | | |
| *S* | $4{,}1_T$ | | | | | |

Die Uebergangskurve zur Supraleitfähigkeit hat bei den meisten Legierungen den gleichen Charakter wie die bei supraleitenden Elementen. Jedoch erstreckt sich das Sprungintervall über ein größeres Temperaturgebiet. Eigentümlich ist der Widerstandsverlauf der *Pb — As*-Legierung. Der charakteristische Sprung fehlt vollkommen. Der Widerstand fällt kontinuierlich bis auf einen unmeßbar kleinen Betrag.

Eine weitere, wenn auch geringe Erhöhung des Sprungpunktes erreichten Mc. Lennan und Mitarbeiter durch Systeme mit drei bezw. vier Komponenten. Die Legierungen *Pb — As — Bi*, *Pb — Bi — Sb* und *Pb — Bi — Sb — As* werden bereits bei 9°, 8,9° und 9° abs. supraleitend, Woodsche Legierung aus *Sn — Cd — Bi — Pb* bei 8,2°, Newton- und Rose-Metall aus *Bi — Sn — Pb* wechselnder Konzentration bei 8,5° abs.

Kupfer hat die Eigenschaft, den supraleitenden Charakter in dem uns zugänglichen Temperaturgebiet vollkommen aufzuheben. Sowohl *Pb — Cu* als auch die Verbindungen $Cu_3Sn$ und $Cu_4Sn$ zeigen keine Supraleitfähigkeit.

In Leiden wurden auch Legierungen untersucht, die aus zwei Supraleitern bestanden. Die Sprungpunkte der Verbindungen $Hg_5Tl_2$ und $PbTl_2$ liegen bei 3,82° und 4,65° abs., also zwischen den Sprungpunkten der beiden Komponenten. Im Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurden von W. Meißner und H. Franz ebenfalls Messungen an derartigen Legierungen vorgenommen. Im Gegensatz zu den Messungen an mehrphasigen Legierungsproben beschränkte man sich dabei aber auf die Untersuchung homogener fester Lösungen der binären Legierungen *Pb — Hg*, *In — Tl* und *Tl — Sn*. In allen Fällen war eine begrenzte Löslichkeit vorhanden. Bei den Grenzmischkristallen war demnach eine maximale Verschiebung der Sprungpunkte zu erwarten. Nach den Ergebnissen, die noch nicht veröffentlicht sind, liegen die Sprungpunkte der

homogenen festen Lösungen von *Hg* in *Pb* und von *Tl* in *In*, wobei das Lösungsmittel den höheren Sprungpunkt hat, zwischen den Sprungpunkten der Komponenten; dagegen zeigen die festen Lösungen von *In* in *Tl* und *Sn* in *Tl*, wobei das Lösungsmittel den niedrigeren Sprungpunkt hat, einen höheren Sprungpunkt als *In* bezw. *Sn*, d. h. als das in geringer Menge gelöste Metall für sich. Die Supraleitfähigkeit tritt bereits bei 3,7° bezw. 4,1° abs. ein. Die gleiche Erscheinung fand Kammerlingh Onnes an einem amalgierten Zinnstreifen. Die Probe wurde früher supraleitend als Quecksilber. Ob man hieraus eine gewisse Systematik bezw. Gesetzmäßigkeit ableiten kann, muß erst durch weitere Untersuchungen, die im Gange sind, festgestellt werden.

Wie aus dem Vorstehenden zu entnehmen ist, scheint die Supraleitfähigkeit eine allgemeinere Eigenschaft zu sein, als man bisher angenommen hatte. Dies geht weiter auch aus der Auffindung der Supraleitfähigkeit zahlreicher chemischer Verbindungen hervor, über die in dieser Zeitschrift von Meißner an anderer Stelle berichtet wurde[1]). H. Franz.

# Zeitschriftenbericht.

## Kältemaschinen.

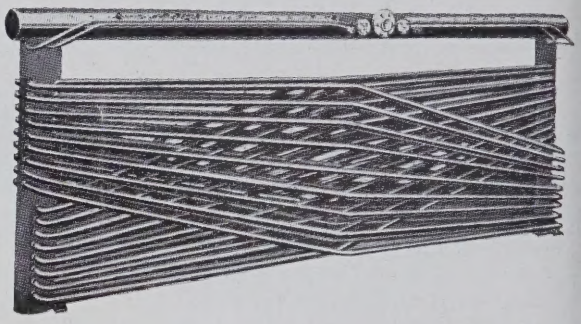
**Ein eigenartiges Kältemaschinenproblem für Schiffsbergung.** D. Mettler. Escher Wyss-Mitteilungen 1930, April—Juni.

Auf Anregung des Berliner Schiffsingenieurs W. Kiwull wurde von einer Studiengesellschaft eine Kältemaschine bestellt, die den Zweck haben sollte, das Leck eines Schiffes durch eine angefrorene Eisplatte zu schließen und dadurch die Vorbedingung für das Bergen des Schiffes zu schaffen. Es wurde eine Probeanlage für eine Leistung von 30000 kcal/h bei —35° Verdampfungstemperatur erbaut. Die besonderen, die Konstruktion erschwerenden Bedingungen lagen darin, daß die Anlage unter Wasser ohne jede Bedienung arbeiten, große Beweglichkeit und stete Betriebsbereitschaft haben mußte. Auch sollte es möglich sein, beliebig geformte Verdampfer leicht und sicher anzuschließen. Die Bedingungen wurden dadurch erfüllt, daß der elektrische Antriebsmotor und zwei unmittelbar gekuppelte in zwei Stufen auf einer Welle arbeitende einfach wirkende Verdichter in einen luftdicht geschlossenen Kessel eingebaut wurden, an den außen rechts und links je eine Verflüssigerhälfte angebaut wurden. Es mußte dafür gesorgt werden, daß die Schmierung der Lager und der Stopfbüchse einwandfrei blieb, obwohl sich innerhalb des Behälters eine Temperatur von 85° C einstellte. Beim Abnahmeversuch wurde ein Verdampfer aus biegsamen Rippenstahlrohren angeschlossen, und die Anlage arbeitete anstandslos 14 Tage unter Wasser in 12 m Tiefe und erzeugte eine Eisplatte von 4000 kg Gewicht. Damit war die Leistungsfähigkeit dieser Probeanlage nachgewiesen. — Im Jahre 1924 wurde eine zweite Anlage mit Dampfturbine und Schwefeldioxyd — Turboverdichter von 60000 kcal/h geliefert, die aber nicht zur Verwendung kam, da das zu bergende Schiff vorher zu Grunde ging. Es scheint also zu einer praktischen Anwendung des Verfahrens nicht gekommen zu sein.

[1]) W. Meißner, Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie, 1930, S. 174.

**Kältemaschinen auf der Messe in Utrecht.** Koeltechniek 1930, **7**.

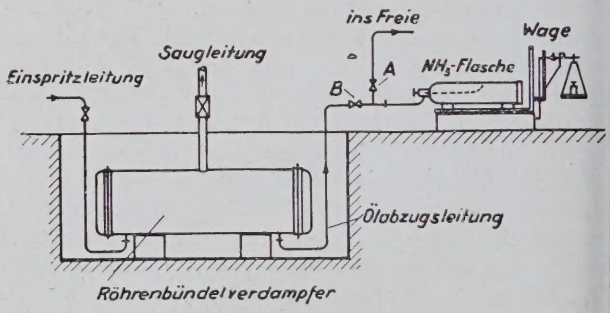
Von den ausgestellten Maschinen und Apparaten hat der hier wiedergegebene von N. V. Grasso's Maschinenfabrik ausgestellte Hochleistungsverdampfer besonderes Interesse.



**Einfache Entfernung von Ammoniak aus Solekühlern.** R. A. Wheaton, Power, Juni 1930.

Bei Reinigung oder Instandsetzung eines Röhrenbündel-Verdampfers ist es notwendig, das Ammoniak abzuziehen.

Hierbei verfährt man zweckmäßig in folgender Weise:




Man entleert zunächst alles im Verdampfer angesammelte Oel durch das Ventil B ins Freie. Dann verbindet man eine leere, auf einer Waage liegende Ammoniak-Flasche in der oben dargestellten Art mit dem Verdampfer und öffnet das Ventil B. Infolge des höheren Druckes im Verdampfer strömt ein kleiner Teil Ammoniak in die Flasche. B wird jetzt geschlossen und A geöffnet, so dass ein Teil des Ammoniaks verdampft, die in der Flasche enthaltene Luft verdrängt und ins Freie strömt. Dabei stellt sich in der Flasche eine tiefe Temperatur bei entsprechend niedrigem Druck ein. Sodann schließt man Ventil A und öffnet wieder bei B, so daß die Flasche mit der zulässigen Menge $NH_3$ gefüllt werden kann.

Es ist darauf zu achten, daß die Flasche nicht überfüllt wird, da sie sonst bei Erwärmung leicht platzt.

Beim Füllen muß das Flaschenventil nach unten stehen, damit das Eintauchrohr in der Flasche nach oben zu liegen kommt und beim Oeffnen des Ventiles A nur das Gas entweicht.

Das Abziehen von Ammoniak aus Solekühlern hat schon viel Schwierigkeiten bereitet, da man durch langes Absaugen die Temperatur der Sole leicht soweit erniedrigt, daß sie ausfriert. Andererseits genügt bei tiefer Soletemperatur der Druck zum Austreiben des Ammoniaks nicht.

Erst eine Reihe von Versuchen führten zu der beschriebenen einfachen Methode. Freund.

## Kälteverwendung.

**Die neue Kühl- und Gefrieranlage im Schlachthof München.** Deutsche Schlachthofzeitung 1930, **18.**

Die Vorkühlräume von 1550 $m^2$ Grundfläche können die größten Schlachtungen eines Tages aufnehmen. Das Kühlhaus enthält im Keller 321 Kühl- und Pökelräume und 110 Gefrierzellen, außerdem gesonderte Räume für Pferdefleisch, im Erdgeschoß 383 Kühlzellen und einen Hakenraum von 260 $m^2$, das erste Obergeschoß 206 Kühlzellen mit 857 $m^2$ Grundfläche, das zweite Obergeschoß Gefrier- und Auftauräume, sowie einen noch nicht ausgebauten Kühlraum. Insgesamt sind 920 Kühlzellen vorhanden und die nutzbare Kühl- und Gefrierfläche der neuen Anlage beträgt ohne Vorkühlraum 5252 $m^2$, die 1,8 Millionen kg Fleisch aufnehmen können, also die Menge, die München innerhalb 3 Wochen verbraucht.

**Kühlung mit gefrorener Salzsole** (Frozen Brine Refrigeration) von Douglas K. Warner. Ice and Refrigeration, August 1930.

Die Kühlung mit „Soleeis" in Haushaltkühlschränken hat nach Ansicht des Verfassers gegenüber der Verwendung von Wassereis eine Reihe von Vorteilen. Soleeis kann jedem Eishersteller fast zum gleichen Preis wie Wassereis geliefert werden.

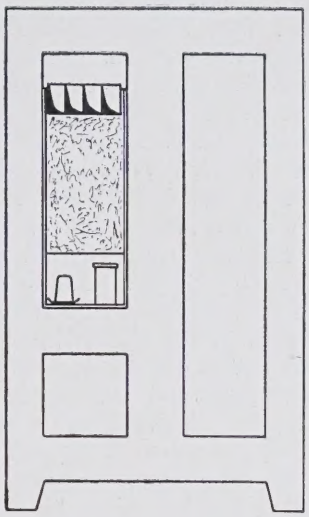
Der Soleeisbehälter (siehe Abb.) enthält im oberen Teil eine kleine Schale für Eiswürfel, während unten ein kleiner Raum zur Aufnahme von gefrorenen Lebensmitteln abgeteilt ist, die in Amerika schon sehr verbreitet sind. Eine derartige Anordnung ergibt wesentlich tiefere und konstantere Temperaturen und Feuchtigkeitsgrade als beim schmelzenden Eis, da ja die Oberfläche nicht abnimmt.

Eine mechanisch angetriebene Kältemaschine arbeitet periodisch in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Während der Betriebszeit wird die Temperatur derartig gesenkt, daß häufig im Kühlschrank ein sehr geringer Feuchtigkeitsgehalt herrscht, der sich aber beim Türöffnen erhöht. Dieser Wechsel an Feuchtigkeit wird als schädlicher für die Lebensmittel angesehen als ein Temperaturwechsel oberhalb $0^0$ C.

Bewahrt man Eiskrem in einem mechanischen Kühlschrank einige Zeit auf, so verliert sie ihren ursprünglichen Geschmack. Aus der früheren gleichmäßigen Mischung werden grobe Kristalle durch das wechselweise Gefrieren und Auftauen abgeschieden. Das ist bei Aufbewahrung im Soleeisschrank nicht der Fall.

Soleeis hat, auf die Gewichtseinheit bezogen, einen größeren Kälteinhalt als gewöhnliches Eis. Wesentlich ist, daß es den Kühler tiefer bei gleichmäßiger Temperatur und Feuchtigkeit halten kann. Die Vorteile gegenüber der elektrischen Kühlung sind nach Ansicht des Verfassers: geringere Anschaffungs- und Betriebskosten, größere Sicherheit für Einhalten von Gefriertemperaturen, konstante Temperatur und Feuchtigkeit.

Das Ausfrieren von Eiswürfeln dauert nur etwa $^1/_2$ Stunde gegenüber 6 Stunden im elektrischen Kühlschrank.



Schrank mit Kühlung durch Soleeis.

Sehr zuversichtlich glaubt der Verfasser, daß nach Ablauf eines Jahres 90 % der Eisverbraucher Soleeis vorziehen werden, daß Eiskrem einen Haushaltungsbestand bilden und den Milchverbrauch übertreffen wird, da das Soleeis die Möglichkeit gibt, stets einen Vorrat zur Hand zu haben.

Da „Trockeneis" und „elektrische Kühlung" nicht genaue Temperaturen zu halten vermögen und unwirtschaftlicher sind, werden diese durch Soleeis ersetzt.

Diese Vorzüge in Verbindung mit Verbilligung von Eiskrem werden, nach der reichlich optimistischen Ansicht des Verfassers bewirken, daß 50 mal mehr Soleeis als Wassereis Anwendung finden wird. [1]).

Freund.

## Wärmeschutz.

**Die Messung des Wärmeverlustes von Isolierungen mit Blechmänteln.** Dr. I. S. Cammerer. Wärmeschutzwissenschaftliche Mitteilungen (Rheinhold & Co. Berlin). 1930, **2.**

An Hand schematischer Bilder gibt der Verfasser einen allgemeinen Ueberblick über die Störungen des Temperaturfeldes in einer solchen Isolierung durch Aufbringen eines Wärmeflußmessers. Versuche haben gezeigt, daß die Meßfehler sehr groß werden können, wenn man keine Schutzmaßnahmen trifft. Diese bestehen vor allem in dem Abdecken der Meßstelle mit dünnem Papier auf eine Länge von 3 bis 4 m, wobei man sich mit Gummistreifen von etwa 25 cm Breite zu beiden Seiten des Meßstreifens begnügen kann.

[1]) Anmerkung der Schriftleitung: Die Anwendung von Soleeis wurde bereits vor vielen Jahren von dem bekannten deutschen Fachmann Rich. Stetefeld empfohlen, der die Bezeichnung „Minuseis" vorschlug. Bezüglich der Schmelzwärme usw. von Salzsolen vergl. Heinrich Gröber: Physikalische Untersuchungen für die Kältetechnik, diese Zeitschrift 1909.

## Verschiedenes.

**Die Gründung eines Kälteinstituts für wissenschaftliche Forschung in der U. d. S. S. R.,** von J. Petroff, Cholodilnoje Delo 1930. H. 4, S. 42 und H. 5, S. 41.

Die Gründung eines Kälteinstituts, dessen Notwendigkeit in Rußland schon längere Zeit erkannt wurde, ist nun vom Volkskommissariat für Handel endgültig beschlossen worden. Das Institut ist an die zentrale kältetechnische Organisation (Chladozentr) angegliedert und untersteht dieser; zum Direktor des Instituts ist J. S. Kriwenko und zu seinen Stellvertretern sind Prof. Kassatkin und J. A. Petroff ernannt worden. Das Institut soll als Mittelpunkt für wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiet der Kältetechnik und der Kältewirtschaft dienen und übernimmt die Organisation, Leitung und Durchführung der wissenschaftlichen Forschung, wobei es das Recht besitzt, in der Union Zweigstellen zu errichten, um an Ort und Stelle verschiedene Sonderfragen zu behandeln und die verfügbaren wissenschaftlichen Kräfte auszunützen. Die geplanten Arbeiten werden nicht nur im eigenen Laboratorium durchgeführt, sondern sollen zum Teil auch anderen Forschungsstätten übertragen werden.

Zur Ausarbeitung eines Projekts für das Zentrallaboratorium in Moskau, welches entsprechend seinen besonderen Aufgaben gebaut und eingerichtet werden soll, werden auch ausländische Fachleute herangezogen werden. Die Mittel für diesen Bau können vom Chladozentr allerdings erst im nächsten Jahr bewilligt werden. Vorläufig soll in den vorhandenen Kältelaboratorien, wie z. B. des Plechanoff'schen Instituts, der Moskauer Technischen Hochschule usw., mit der Arbeit begonnen werden, wobei aktuelle Fragen aus Industrie und Handel weitgehende Berücksichtigung finden sollen.

Das Institut wird sich mit physikalisch-chemischen und biologischen Fragen, mit Problemen des Kältemaschinenbaues, der Anwendungen der Kälte in der Landwirtschaft und im Transport, mit dem Studium der Kältewirtschaft, mit der Untersuchung vorhandener und dem Entwerfen neuer Anlagen, mit der Untersuchung von Isolierstoffen und ähnlichen Fragen beschäftigen.

Ferner soll das Institut Beziehungen mit den bestehenden Forschungsstätten anknüpfen und die Errichtung eines zentralen Laboratoriums für den gemeinsamen kältetechnischen Unterricht für alle technischen Lehranstalten in Moskau erwägen.

Als besondere Aufgaben für das Institut werden genannt: Die Organisation der Forschungsarbeit zum Studium der günstigsten Bedingungen für das Kühlen, Gefrieren, Lagern und Verfrachten von Fleisch, Geflügel, Eiern usw., sowie das Entwerfen von Anlagen zu diesen Zwecken, das Studium des Betriebes von Kühlanlagen, das Studium der mehrstufigen Verdichtung in Kältekompressoren usw.

Seine Arbeiten führt das Institut durch in Uebereinstimmung mit anderen Forschungsstätten der Union, die auf Grenzgebieten arbeiten und unter Berücksichtigung der Arbeiten ausländischer Forschungsinstitute sowie des Institut International du Froid in Paris. J. Kuprianoff.

**Das Fischereigewerbe und die Fischversorgung in Rußland.** Peter Garwy. Wirtschaftsdienst 1930, 29.

Fischfang in den einzelnen Gebieten

| | 1913 | | 1928 | |
|---|---|---|---|---|
| | in 1000 dz | in % | in 1000 dz | in % |
| Kaspisches Becken | 5517 | 46,9 | 4539 | 38,0 |
| Stiller Ozean | 2100 | 18,0 | 301 | 2,5 |
| Schwarzes und Asowsches Meer | 1020 | 8,7 | 749 | 6,2 |
| Aralisches Becken | 342 | 3,0 | 208 | 1,7 |
| Murmansches und Weißes Meer | 297 | 2,5 | 670 | 5,6 |
| Binnenfischerei in Flüssen und Binnensee | 2474 | 20,9 | | |
| Insgesamt | 11750 | 100 | | |

Die Entwicklung des Fischfangs nach dem Fünfjahresplan (in Mill. dz)

| | 1929 | 1930 | 1931 | 1932 | 1933 |
|---|---|---|---|---|---|
| Kaspisches Becken | 4,82 | 6,40 | 7,83 | 8,31 | 9,58 |
| Aralisches Becken | 0,24 | 0,62 | 0,65 | 0,71 | 0,80 |
| Asowsches und Schwarzes Meer | 0,73 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,03 |
| Weißes und Murman-Meer | 0,55 | 1,11 | 1,85 | 3,64 | 5,30 |
| Ferner Osten und Sibirien | 1,83 | 4,32 | 6,15 | 9,41 | 10,45 |
| Binnengewässer, Teiche und Flüsse | 0,48 | 1,90 | 3,00 | 3,50 | 4,00 |
| Insgesamt | 8,65 | 15,37 | 20,50 | 26,60 | 31,16 |
| In % | 100 | 178 | 237 | 307 | 360 |

Im laufenden Jahre sind für die Entwicklung der Fischerei 139 Mill. Rbl ausgesetzt, und zwar für die Staatsfischerei 90 Mill. Rbl, die Fischereigenossenschaften 33 Mill. Rbl und für die sonstigen Organisationen 16 Mill. Rbl. Die staatliche Fischereizentrale „Ssojusryba" baut im Jahre 1930 9 Kühler, 8 Konservenfabriken, 1 Kunstperlenfabrik, 4 Fabriken für Verarbeitung von Fischabfällen, 6 große Lager für Fischereiprodukte, 3 Blechfabriken, 4 Kraftwerke, 2 Böttchereien, über 3000 große und kleine Fischerschiffe und -boote usw. Die russische Fischereiflotte ist bislang nur zu 40,5% und ihr „sozialisierter" Sektor sogar nur zu 22,4% mit Schiffsmotoren versehen. Einstweilen werden die großzügigen Pläne der Mechanisierung und Motorisierung der Fischerei in der Praxis oft „durchbrochen". So wird zum Beispiel in der Sowjetpresse berichtet, daß der Wolga—Kaspische-Fischereistaatstrust am 10. April dieses Jahres statt der geplanten 509, nur 141 Fischerboote, der Asow—Schwarz-Meer-Trust statt 290 nur 155 Fahrzeuge oder 60% des Planes gebaut hat. In den anderen Trusts stand es damit noch schlimmer: im Durchschnitt war das Programm des Fischereischiffbaues zum Frühlingsfang nur zu 50% ausgeführt.

Nicht nur die Steigerung der gewonnenen Mengen, sondern auch die bessere Ausnutzung des Fanges und die Veredelung der Fischereiprodukte, besonders zu Exportzwecken, wird als wichtige Aufgabe angesehen. Die Fischereiprodukte waren früher überwiegend mit Salz konserviert. Die gesalzenen Fischwaren waren aber von geringer Güte und wenig rentabel. Im Durchschnitt gingen beim Konservierungsprozeß etwa 35% des Gewichts des Rohmaterials, das heißt, der Fische, verloren, abgesehen von der Arbeitsvergeudung und dem sehr großen Salzaufwand (Salz bildet etwa 40% des Gewichts der gesalzenen Fischwaren). An die Stelle von gesalzenen Fischwaren sollen jetzt mehr Fischfilet und Fischkonserven hergestellt werden. Im Fünfjahresplan wird für das Jahr 1933 die Produktion von 734000 dz Fischfilet vorgesehen. Die Produktion an Fischkonserven soll nach dem Fünfjahresplan von

128000 dz im Jahre 1929 auf 1,47 Mill. dz im Jahre 1933 erhöht werden. Der Gewichtsanteil der „veredelten" Fischwaren am Gesamtprodukt (Filet, Konserven, gefrorene Fische usw.) soll von 20% im Jahre 1929 auf 40% im Jahre 1933 gehoben werden, derjenige gesalzener Fischwaren von 78,4% im Jahre 1929 auf 50,5% im Jahre 1933 herabgesetzt werden, bei einer Gesamtzunahme der Fischwarenproduktion von 3,5 Mill. dz auf 6 Mill. dz. Heringe sollen in Zukunft den Hauptbestandteil der gesalzenen Fischwaren bilden. Die Produktion von Fischdünger, Fischhaut, Fischleim, Kunstperlen, Gelatine usw. soll gleichfalls mit allen Kräften gefördert werden.

Im übrigen geht der Verfasser auf die durch die Kollektivierung der Fischerei entstandenen erheblichen Schwierigkeiten ein, die zu großen Minderleistungen führten.

## Bücherbericht.

**Deutsche Kühltechnik im Haus.** Von Richard Stetefeld. 102 S. 29 Abb. Verlag von Konrad Wittwer. Preis geb. 4,80 RM.

Die Literatur über diesen Zweig der Kältetechnik erfährt durch dieses Buch eine erwünschte Bereicherung. Der Titel, den der Verfasser gewählt hat, kennzeichnet recht den Inhalt, der weniger auf Einzelausführungen, als auf die Technik im allgemeinen abgestellt ist. Aus diesem Grunde werden sowohl Eisschränke wie maschinelle Schränke nach dem Kompressions- und Absorptionssystem von dem gleichen objektiven Standpunkt aus behandelt. Die gegebenen Regeln für den Bau maschineller Kühleinrichtungen zeugen von der großen Erfahrung des Verfassers und werden an vielen Rechnungsbeispielen und Konstruktionsvorschlägen erläutert. Daran anschließend sind die charakteristischen Ausführungsformen deutscher Fabrikate geschildert, die ein Bild von der Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie geben und erkennen lassen, daß die bei der Entwicklung beschrittenen Wege zu betriebssicheren und anspruchslosen Aggregaten geführt haben, soweit man die Entwicklung als abgeschlossen betrachten kann. Das Buch schließt mit Betrachtungen über die zweckmäßige Kühltemperatur, gesundheitliche Vor- und Nachteile der verschiedenen Kältemittel und die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Kühlsysteme. Letztere Betrachtung zeigt die Ueberlegenheit der Absorptionsmaschine bezüglich der Betriebskosten für die Kühlung des Normalschrankes bei Beheizung mit gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen. Auch beim elektrischen Betrieb ergeben sich unter Berücksichtigung der Heiztromtarife ebenfalls günstige Werte. Es ist dem Verfasser gelungen, in dem kleinen Buch all das vorzutragen, was zum Verständnis der Haushaltkühlanlagen erforderlich erscheint, weshalb es jedem an diesen Fragen Interessierten bestens zu empfehlen ist.

Ki.

## Kleine Mitteilungen

**Normung in der Wärme- und Kälteschutztechnik.** Fast jeder Betrieb kommt in die Lage, über Material und Ausführung des Wärme- oder Kälteschutzes seiner Betriebsanlagen auf Grund eingeholter Angebote Entscheidungen zu treffen. Die Beurteilung dieser Angebote hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit wird aber nur dann mühelos und sicher möglich sein, wenn sie auf einer vergleichbaren Grundlage aufgestellt sind. Aus dieser Erkenntnis heraus hat ein beim Verein Deutscher Ingenieure aus Hersteller- und Verbraucherkreisen gebildeter Ausschuß einheitliche Unterlagen für die Abnahme, die Lieferung und die Angebotserteilung von Wärme- und Kälteschutzanlagen geschaffen. Die Benutzung dieser Normen bietet die Gewähr, daß die Angebote eindeutig und ohne Umrechnung vergleichbar sind. Zur Erleichterung der Anwendung dieser Unterlagen sind außerdem Hilfstafeln errechnet, die jedem Erzeuger und Verbraucher ohne besonderes Studium das Wissenswerte bei Anfragen und Bestellungen vermitteln. Die Normungsarbeiten werden gegenwärtig auch auf die Feststellung der Werkstoffe und der Abmessungen von Wärme- und Kälteschutzanlagen ausgedehnt. Die genannten Unterlagen sind vom Ausschuß für Wärme- und Kälteschutzanlagen beim VDI (Berlin NW 7, Ingenieurhaus) gegen Erstattung der Selbstkosten in Höhe von RM. 0,20 zu beziehen.

**Chlormethyl in Nahrungsmitteln ist nicht giftig.** Das U. S. A. Bureau of Mines berichtet in Public Health Reports, Vol. 45, Nr. 19 über Untersuchungen von W. P. Yant, H. W. Schoaf und I. Chornyak über die Giftigkeit von Lebensmitteln, die längere Zeit der Einwirkung von Chlormethyl ausgesetzt waren, und die an Hunde verfüttert wurden. An vier aufeinander folgenden Tagen wurden 550 g rohes Fleisch oder 200 $cm^3$ Milch ohne Schaden aufgenommen, die 15 bis 75 Stunden lang der Einwirkung gesättigten Dampfes von etwa 1 ° C ausgesetzt gewesen waren. Das Trinken von chlormethylhaltigem Wasser an 115 Tagen innerhalb eines Zeitraumes von 171 Tagen verursachte keinerlei Vergiftungserscheinungen oder Veränderung des Hämoglobins und der Blutzellen. Auch der Urin blieb unverändert. Die Sektion ergab indessen eine fettige Entartung gewisser Teile. Das Wasser enthielt 0,595 g Chlormethyl auf 100 $cm^3$ Wasser und schmeckt scharf, süßlich und unangenehm und verursacht unmittelbar nach dem Genuß ein starkes Gefühl des Brennens, so daß niemand mehr als 1 oder 2 Schluck trinkt. Auch die Tiere, die an 6 Tagen der Woche nichts anderes zu trinken bekamen, lehnten das Chlormethyl-Wasser oft ab.

Kr.

**Preisausschreiben der Technisch-Literarischen Gesellschaft, Berlin, zur Erlangung von allgemein verständlichen technischen Aufsätzen.** Die Technisch-Literarische Gesellschaft, die sich die Verbesserung der Behandlung technischer Fragen in der Tagespresse zur besonderen Aufgabe gestellt hat, will durch ein Preisausschreiben den Versuch machen, Persönlichkeiten kennen zu lernen, die schriftstellerische Begabung mit der notwendigen Sachkenntnis vereinen. Es sind einzureichen:

Entweder ein Aufsatz über eine technische oder für die Technik wichtige naturwissenschaftliche Frage, Beschreibung eines technischen Vorganges oder dergleichen. Die Arbeit darf nicht länger als vier Schreibmaschinenseiten zu je 30 Zeilen sein.

Oder vier Kurzgeschichten, Anekdoten und dgl., die auf die Technik Bezug haben und von denen keine länger als eine Schreibmaschinenseite sein darf.

Die Arbeiten sind bis spätestens 10. Januar 1931 an Herrrn H. Dominik, Berlin-Zehlendorf, Herderstr. 2, einzusenden. Jedes Blatt der eingereichten Arbeit soll ein Kennwort tragen. In einem verschlossenen Umschlag, der der Sendung beiliegt, ist Name und Anschrift des Einsenders anzugeben, sowie eine Erklärung, daß die Arbeit von ihm selbständig verfaßt und bisher weder veröffentlicht noch irgend jemandem zur Veröffentlichung angeboten worden ist. Die Arbeiten werden nach Beendigung des Preisausschreibens nicht zurückgeschickt, sondern, soweit sie nicht ausgezeichnet sind, vernichtet. Die Einsender werden daher gebeten, sich Durchschläge zurückzubehalten.

Die preisgekrönten Arbeiten werden nach Vereinbarung mit dem Verfasser veröffentlicht. Das Urheberrecht verbleibt den Verfassern.

Es sind ausgesetzt:

Ein erster Preis von 150 RM, ein zweiter von 100 RM, zwei dritte von je 50 RM.

**Gefrierfleisch-Prozeß gegen das Reich.** Die im Oktoberheft unserer Zeitschrift in dieser Sache auf Seite 204 veröffentlichten Mitteilungen haben den „Reichsverband des Deutschen Einfuhr- und Großhandels mit Gefrierfleisch und sonstigen Schlachthausprodukten e. V." zu Hamburg veranlaßt, uns darauf hinzuweisen, daß das von uns erwähnte Gutachten, welches in der Fleischerverbands-Zeitung abgedruckt wurde, unzutreffend ist. Herr Senatspräsident am Reichsgericht i. R. Dr. Lobe, dessen ausführliches Gutachten in dieser Sache der Reichsregierung zugestellt wurde, und der die Ansprüche der klagenden Verbände für vollständig berechtigt erklärt, hat sich zu dieser Veröffentlichung in der Fleischerverbands-Zeitung wie folgt geäussert:

> „Den Aufsatz in der Verbandszeitung halte ich von A bis Z für falsch. Eine preußische Kabinettsorder vom 4. XII. 1831 ist doch für das Deutsche Reich nicht verbindlich. Ein Reichsrecht hat sich auch nicht gewohnheitsrechtlich in diesemSinne ausgebreitet. Es kommt jetzt lediglich die neue Reichsverfassung in Betracht. Entscheidend ist allein, ob in der Verordnung vom 2. XI. 23 — die Gesetzeskraft hat — ein subjektives wohlerworbenes Recht geschaffen worden ist, was unbedingt zu bejahen ist. Dann darf seine Entziehung auch nur gegen Entschädigung erfolgen. Die Vorschrift als bloßes „politisches Versprechen" zu frisieren, ist geradezu lächerlich. Wenn gegen Ihre Klage keine besseren Gründe vorgebracht werden, können Sie diesen Prozess als gewonnen ansehen."

Wie wir hören, ist der Gerichtstermin am 20. Okt. 1930 auf Antrag des beklagten Fiskus auf den 1. Dez. 1930 vertagt worden. Die klagenden Verbände werden im Prozeß durch Herrn Rechtsanwalt Dr. Alsberg vertreten. Das beklagte Reich durch Herrn Geheimrat Dr. Heinitz. Wir werden über den Verlauf dieses interessanten Prozesses weiter berichten.

**Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1929 auf dem Gebiete der Kältetechnik.** Das Kältelaboratorium konnte sechs Gästen Arbeitsplätze zur Verfügung stellen und fünf Forschungsinstituten 332 l flüssiger Wasserstoff liefern. Für die Reichsanstalt stellte es her: 10300 l flüssigen Stickstoff, 52 l flüssigen Sauerstoff und 780 l flüssigen Wasserstoff, sowie 3470 l reines Helium aus Neon-Helium-Gemisch und aus Roh-Helium; die Reichsanstalt besitzt jetzt 10100 l reines Helium. Ueber die Untersuchung metallener Vakuumflaschen ist in Heft 3, über die Untersuchungen über Supraleitfähigkeit in Heft 9 unserer Zeitschrift berichtet worden.

Aus neuen Messungen des Ausdehnungs- und Spannungskoeffizienten von Gasen wurde die Temperatur des absoluten Nullpunktes der Temperaturskala zu $-273{,}16^0$ neu bestimmt. Ferner wurde geprüft, ob die neuerdings festgestellte Tatsache, daß Wasserstoff ein Gemisch von Ortho- und Parawasserstoff ist, die Eignung des Siedepunktes von Wasserstoff zum thermometrischen Fixpunkt beeinträchtigt. Der Siedepunkt von normalem Wasserstoff wurde zwar in Uebereinstimmung mit Messungen von Bonhoeffer und Harteck, um $0{,}12^0$ höher gefunden als der von Parawasserstoff; doch kann man diesen so schnell in normalem Wasserstoff verwandeln, daß der Siedepunkt des letzteren mit aller Sicherheit beibehalten werden kann. Ein von anderer Seite bemerkter Umwandlungspunkt des festen Methans bei etwa $-252{,}9^0$ konnte auch dilatometrisch festgestellt werden. Die Untersuchung über die Wärmeleitung von Eis bis herab zu $-125^0$ wurde abgeschlossen.

# Wirtschaftliche Nachrichten.

**Der französische Markt für Kühlmaschinen.** In früheren Jahren wurden Kühlmaschinen in Frankreich ausschließlich für industrielle und geschäftliche Zwecke verwendet, während sie für den Haushalt überhaupt nicht in Betracht kamen. In den letzten Jahren haben sich verschiedene Firmen bemüht, den Kühlmaschinen auch im Haushalte mehr Raum zu schaffen, doch bleibt in dieser Beziehung noch viel zu tun übrig. Der größte Teil der Bevölkerung behilft sich entweder ohne Kühlvorrichtungen oder begnügt sich mit Kellern.

Der Lebensmittel-Einzelhandel ist auf zahlreiche Kleinkaufleute aufgeteilt — abgesehen von Riesenfirmen wie Felix Potin, Julien Damoy und einigen anderen — die nur kleine Eiskästen benützen und für den Kauf von Kühlmaschinen nicht in Betracht kommen, da sie nur über beschränkte Geldmittel verfügen. Ein Hindernis für den Verkauf ist ferner die Tatsache, daß Ersatzteile nicht immer leicht beschafft und Reparaturen nicht rasch genug vorgenommen werden können.

Die meisten in Betrieb stehenden elektrischen Kühlmaschinen sind französicher, amerikanischer oder schweizer Herkunft. Im Jahre 1929 führten die Vereinigten Staaten nach Frankreich Kühlmaschinen im Werte von 527.791 Dollar aus, davon für 465.281 Dollar kleine Modelle, in den ersten fünf Monaten 1930 für 224.482 Dollar. Von den heimischen Marken sind die bekanntesten „Electro-Lux" (französische Tochtergesellschaft), „Refrix", „Etelec" und „Gelidor". Die Firma Frigidaire hat im Zentrum von Paris ein große Verkaufszentrale, die in wirkungsvollster Weise ausgestattet ist.

Die französichen Fabrikanten verkaufen Kühlmaschinen an die Kundschaft entweder unmittelbar oder durch Agenten. Die Zahlung erfolgt zwar grundsätzlich in 30 Tagen, doch werden in vielen Fällen längere Kredite gewährt.

# Patentbericht.

### Anmeldungen.

17b, 6. H. 1.30. Erich Helm, Magdeburg, Breiter Weg 223. Verfahren zur Kühlhaltung von Speiseeis mittels Sole. 2. 1. 30.

17a, 2. A. 58619. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz. Umlaufende, geschlossene Kältemaschine. 1. 8. 29.

17a, 4. M. 104377. Mitsubishi Zosen Kabushiki Kaisha, Tokyo, Japan. Vorrichtung zum Messen der umlaufenden Menge des Kältemittels. 16. 4. 28. Japan 5. 5. 27.

17a, 8. P. 33.30. Platen Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Kontinuierlich arbeitender Absorptionskälteapparat. 12. 4. 28.

17a, 9. D. 58382. Deutsche Gasglühlicht-Auer Ges. m. b H., Berlin O 17, Rotherstr. 16-19. Absorptionskältemaschine; Zus. z. Anm. D. 55919. 15. 5. 29.

17a, 13. B. 137575. Brown, Boveri & Cie A.-G., Abteilung Installationen, Mannheim. Kältemaschine mit umlaufender Wärmeaustauschvorrichtung. 24. 5. 28.

17e, 3. Sch. 90346. Alfred Schönburg, Wannsee, Lohengrinstr. 13. Unterhalb der Rieselwände von Rieselkühlern angeordnete Flüssigkeitsvorrichtung mit Auffangrinnen. 17. 5. 29.

17a, 8. P. 139.30. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm, Schweden. Verfahren zum Betriebe von kontinuierlich und mit druckausgleichendem Gas arbeitenden Absorptionskälteapparaten. 25. 7. 30.

17a, 9. G. 75437. André Garbarini, Courbevoie, und Cuneo d'Ornano, Paris. Absorptionskältemaschine. 25. 1. 28.

17a, 18. K. 85.30. Edgar Rosing, Kopenhagen, und Dipl.-Ing. Hans Kauffmann, München. Kühlschrank mit schwenkbarer Absorptionskältemaschine; Zus. z. Anm. K. 110115. 8. 5. 30.

### Erteilungen.

17a, 4. 510721. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Thermostatvorrichtung für Kühlschränke o. dgl. 19. 4. 28. P. 57570.

17a, 4. 510334. Robert Wahl, Balingen Württbg. Einrichtung zur Betriebssicherung von Kompressionskältemaschinen; Zus. z. Pat. 505161. 27. 7. 27. W. 76664.

17a, 13. 510457. Oscar Kohorn & Co., Chemnitz, Kauffahrtei 31. Verdampfer für Kühlanlagen. 18.5.29. K. 114794. Oesterreich 6. 3. 29.

17a, 16. 510722. Philipp Conrady, Oberursel. Verfahren zum Entölen des verdichteten Kältemittels. 26. 5. 29. C. 43141.

17b, 6. 510578. Gottfried Junker Leipzig S 3, Kochstr. 55. Behälter zur Aufnahme von Speiseeis. 22. 1. 30. J. 5.30.

17g, 4. 510577. J. G. Farbenindustrie Akt.-Ges., Frankfurt a. M. Behälter für kalte Flüssigkeiten. 20. 7. 27. J. 31723.

17a, 3. 511471. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Kältemaschinenkompressor. 8. 5. 29. A. 57738.

17a, 8. 511216. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Kontinuierlich arbeitender Absorptionskälteapparat. 9. 10. 26. P. 59950. Schweden 9. 6. 26.

17a, 8. 511215. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Regelvorrichtung für in Kühlschränke eingebaute Kälteapparate. 20. 4. 29. P. 60143.

17a, 15. 511217. Willy Hirche, Leopoldshain, Schles. Wellenabdichtung für Kälteverdichter. 25. 12. 29. H. 124742.

17a, 16. 511218. Gebr. Sulzer A. G., Winterthur, Schweiz. Kältemaschine mit zweistufiger Verdichtung. 27. 8. 29. S. 93547. Schweiz 4. 7. 29.

17a, 4. 511815. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz, Dresden. Schwimmerventil. 20. 12. 27. S. 83201.

17g, 3. 511816. The Chesterfield Tube Company Limited und Sydney Brown Nicholson Hill, Chesterfield, Derbyshire, England. Druckflasche. 11. 5. 29. C. 43083.

### Löschungen.

17a 494298, 491745
d 402528
e 411208
g 362881

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17a. 1138547. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Vorrichtung zur Kälteerzeugung. 27. 4. 27. P. 47796. Schweden 1. 5. 26.

17a. 1140191. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Verdampfer mit Oelregulierung für Kühlmaschinen. 20. 8. 30. H. 3835.30.

17a. 1140195. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Verflüssiger für Kältemaschinen. 18. 8. 30. H. 3766.30.

17a. 1140196. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Blech für Verdampfer von Kühlanlagen. 18. 8. 30. H. 3767.30.

17a. 1140197. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Rippenblech für Verflüssiger von Kältemaschinen. 18. 8. 30. H. 3768.30.

17a. 1142317. Dipl.-Ing. Moritz Pöhlmann, Oberdießen i. Schwaben. Flüssigkeitsabscheider für Kältemaschinen. 15. 9. 30. P. 1863.30.

17f. 1142241. Anton Bay, Ransbach i. Westerw. Kühleinrichtung. 1. 10. 30. B. 5215.30.

### Verlängerung der Schutzfrist.

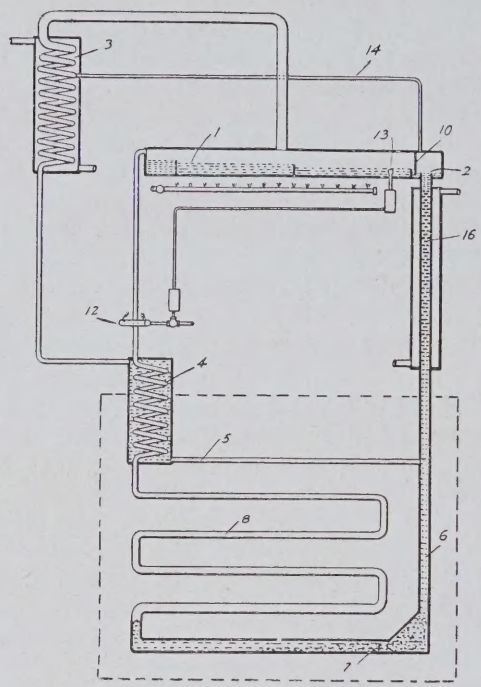
17a 1138547, 1057695, 1057696
c 1003454

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 8. 490280. Verfahren und Einrichtung zur Erzielung einer kontinuierlichen Kühlwirkung. Williams Oil-O-Matic Heating Corporation in Bloomington, V. St. A. Patentiert im Deutschen Reiche vom 16. September 1928 ab.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Erzielung einer kontinuierlichen Kühlwirkung unter Verwendung eines Salzes mit einer negativen Lösungswärme.

Das Wesen des Verfahrens besteht darin, daß Wärme in einer solchen Menge zugeführt wird, daß

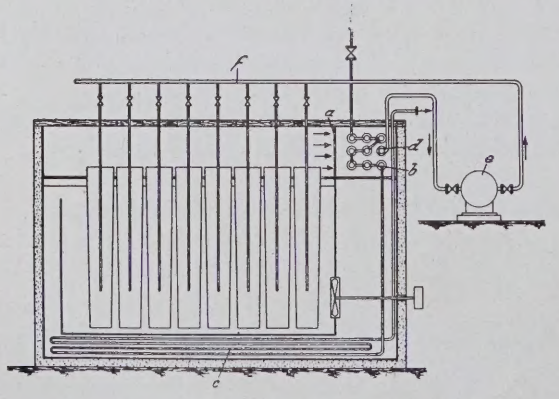



eine im wesentlichen vollkommene Trennung der löslichen Substanz von dem Lösungsmittel stattfindet und die abgetrennte lösliche Substanz in geschmolzenem Zustande erhalten wird.

Das neue Verfahren hat den Vorteil, daß die abgetrennte und geschmolzene lösliche Substanz lediglich unter dem Einfluss ihrer Schwere sich in dem System bewegt und so mechanische Mittel des Umlaufes in dem System vermieden werden.

Die abgetrennte lösliche Substanz strömt dann unter dem Einfluss ihrer Schwere nach einem Flüssigkeitsbade, in welchem sie nicht löslich ist und erstarrt.

17b, 3. 490568. Tiefkühlung der Einblaseluft zur Klareiserzeugung. Geka, Gesellschaft für Kälteanlagen in Schlebusch-Manfot und Dipl.-Ing. Moritz Pöhlmann in Köln-Mülheim.



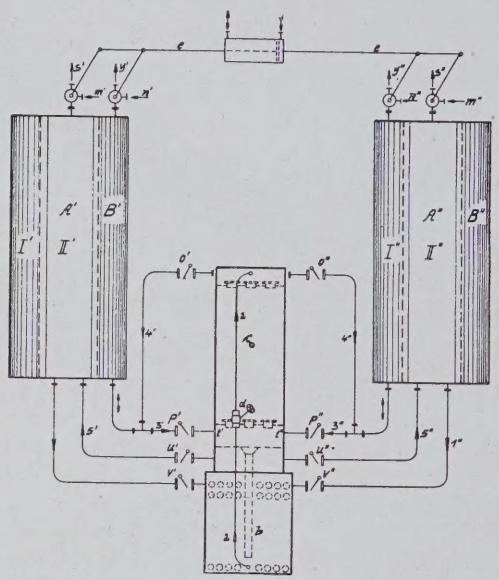

Patentanspruch:

Tiefkühlung der Einblaseluft zur Klareiserzeugung, dadurch gekennzeichnet, daß der dazu notwendige Trockenluftkühler zur Vermeidung von Kälteverlusten unmittelbar über dem Solespiegel im Generator eingebaut ist und die zu kühlende Einblaseluft durch ihn über der Generatorsole angesaugt wird.

17g, 2. 490878. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen, insbesondere Luft. Autogen Gasaccumulator Krükl & Hansmann G. m. b. H. in Wien. Patentiert im Deutschen Reiche vom 17. Jan. 1925 ab.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen, insbesondere Luft, dadurch gekennzeichnet, daß der Kältetausch nicht in kontinuierlich wirkenden, gleich-




zeitig von dem zu kühlenden und dem zu erwärmenden Gas durchflossenen Gegenstromkältetauschern durch eine metallische Wand hindurch erfolgt, sondern in Kältespeichern, die eine eiserne Füllmasse mit möglichst großer Oberfläche enthalten, und im Umschaltwechselbetrieb vor sich geht, wobei das zu erwärmende Gas seine Kälte an einen oder zwei Kältespeicher abgibt und das zu kühlende Gas Kälte aus einem oder zwei anderen Kältespeichern, in welchem vorher die Kälte der zu erwärmenden Gase aufgespeichert wurde, so lange aufnimmt, bis die betreffenden Kältespeicher erschöpft sind, wodurch durch Umschaltung die Durchflussrichtung gewechselt wird.

2 weitere Ansprüche.

17c, 4. 490998. Kühlkammer, die durch Umwälzen der Luft vermittels eines Ventilators betrieben wird. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie in Baden, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 26. Juni 1928 ab.

Patentanspruch:

Kühlkammer, die durch Umwälzen der Luft vermittels eines Ventilators betrieben wird und mit einer Vorrichtung zum selbsttätigen Stillsitzen des Ventilators versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung durch das Gewicht des an die Kühlraumtür Herantretenden in Tätigkeit gesetzt wird.

17g, 2. 490900. Verfahren zum Verflüssigen und Trennen von Gasgemischen. Heylandt Gesellschaft für Apparatebau m. b. H. in Berlin-

Mariendorf. Patentiert im Deutchen Reiche vom 2. Mai 1924 ab.

Patentanspruch:

Verfahren zum Verflüssigen und Trennen von Gasgemischen, bei welchem dem Trennapparat das Gasgemisch in zwei Strömen zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß man das Gas des einen der beiden Ströme unter äußerer Arbeitsleistung expandieren läßt und das aus der Expansionsmaschine austretende abgekühlte Gas in Kältetausch sowohl mit dem zur Expansionsmaschine fließenden Strom als auch mit dem anderen Strom bringt, so daß in beiden Strömen die Verunreinigungen vor Eintritt in die Trennsäule ausgefroren werden.

17a, 491096. Kontinuierlich arbeitender Absorptions-Gefrierapparat. Raoul Felice Bossini und Guido Maiuri in London. Patentiert im Deutschen Reiche vom 28. März 1929 ab.

Patentansprüche:

1. Kontinuierlich arbeitender Absorptions-Gefrierapparat, bei welchem das Kältemittel in ein inertes Gas verdampft, sich mit ihm mischt und von ihm durch Absorption wieder getrennt wird, dadurch gekennzeichnet, daß als inertes Gas ein solches verwendet wird, das annähernd das gleiche spezifische Gewicht hat wie das verdampfte Kältemittel.

2 weitere Ansprüche.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning,** Physik.-Techn. Reichsanstalt Berlin

Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **H. J. Heising,** Ing., Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53. Postscheck-Konto: Deutscher Kälteverein Berlin 148122.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Direktor Prof Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dr.-Ing. e. h. **R. Pabst,** Berlin.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln.

An unsere verehrlichen Mitglieder!

**Betr. Normung der Eiszellen.** Wir beziehen uns auf die Publikation des Herrn A. Freundlich, Düsseldorf, in Heft 2, 1929, Seite 26 und 27, auf die beiden Mitteilungen unter »Verschiedenes« im gleichen Heft, Seite 33 u. f., sowie auf den Bericht über unsere Hauptversammlung Dresden, in Heft 7 auf Seite 148 (Mitte) und geben nachstehend ein Schlußreferat unseres Vertreters in der Internationalen Eiszellenkommission über die der Kommission deutscherseits vorzulegenden Vorschläge bekannt mit dem Ersuchen an die interessierten Kreise, sich hierzu innerhalb 4 Wochen äußern zu wollen, widrigenfalls der Inhalt des Referats endgültig als die deutschen Vorschläge weitergegeben werden wird. Etwaige Einwendungen bitten wir an Herrn Fabrikanten A. Freundlich, Düsseldorf 60, Suitbertusstraße 137, zu richten.

Das Schlußreferat lautet: »Die Richtlinien, wie solche in der Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie, Heft 2, vom Februar 1929, zur Diskussion gestellt wurden, mit der Aufforderung an die deutschen Interessenten, sich zu diesen Ausführungen schriftlich für oder wider zu äußern, haben nur einer einzigen Firma Anlaß zu ganz unbedeutenden Ausführungen gegeben, sodaß mit Recht angenommen werden dürfte, daß meine diesbezüglichen Vorschläge als die Meinung der deutschen Kälte-Industrie weitergegeben werden können. Außerdem wurde gelegentlich des mündlichen Referats auf der Hauptversammlung Dresden 1929 vollständige Uebereinstimmung darüber erzielt, daß solche allseits gut zu heißen seien; im besonderen hat man sich damals grundsätzlich bejahend geäußert, daß wir uns über die Festlegung der Zellenformate, deren Abmessungen, der Materialstärke und der Beschläge hinaus in keiner Weise festlegen sollen und daß in diesen Punkten die deutsche Stellungnahme vollständig derjenigen der Amerikaner entspricht.

Nach nochmaligem eingehenden Studium der Vorakten des Internationalen Kältekongresses habe ich mich überzeugt, daß die beabsichtigten Vorschläge für die Normung der kleineren Typen von 2,5, 7,5 und 10 kg Inhalt international keinem Interesse begegnen und unterlasse es daher, bei der Aussichtslosigkeit, damit durchzudringen, besondere Vorschläge dafür zu machen. Wenn es trotzdem von der Mehrheit der deutschen Interessenten als nötig erachtet werden sollte, auch diese Typen zu normalisieren, so schlage ich vor, daß dies gelegentlich vom Deutschen Kälte-Verein speziell für Deutschland in die Hand genommen werden kann.«.

gez. A. Freundlich.

---

**Betr. Jahresbeitrag für 1931.** Der Beitrag ist satzungsgemäß vor dem 1. Dezember 1930 zu entrichten, widrigenfalls er durch Postauftrag erhoben werden muß, wodurch unnötige Arbeit und Kosten, häufig auch Verdrießlichkeiten, entstehen. Zahlung portofrei an den Deutschen Kälte-Verein, Berlin, Postscheckkonto Berlin 148122. Zahlkarte liegt bei.

Höhe der Beiträge:

für besuchende Mitglieder (Herren unter 30 Jahren) . . . . . RM. 10,—
für ordentliche Einzelmitglieder . . . RM. 20,—
für Firmen und Behörden . . . . . RM. 60,—

Berlin, Anfang November 1930.

Der Vorstand.
I. A. Kaufmann, Schriftführer.

---

## Berliner Kälte-Verein

**Bericht**

über die Monatsversammlung am 20. Mai 1930 im Eulerzimmer des Vereinshauses Deutscher Ingenieure.

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Es wurden zunächst die Berichte über die März- und April-Sitzungen verlesen und genehmigt. Hierauf folgte die Ersatzwahl des stellvertretenden Schriftführers, aus der durch Zuruf Herr Ing. Heinrich, Velten, hervorging.

Sodann berichtete Herr Dipl.-Ing. Dürhammer in Vertretung des Herrn Dr. Cammerer über den „Stand der Normung für Wärme- und Kälteschutz-Stoffe“:

Die Arbeiten hierfür lassen sich in 3 wesentlichen Gruppen unterteilen:

1. Festlegung der technisch-physikalischen Formeln und Berechnungsverfahren sowie der techn. Garantie-Grundlagen und deren Nachprüfung.

Das Ergebnis dieser Arbeiten, die unter der Obmannschaft von Dr. Hencky-Leverkusen durchgeführt wurden und zu denen Teile von den Herren Prof. Jacob-Berlin, Dr. Raisch-München und Dr. Cammerer-Berlin ausgearbeitet wurden, liegt im Druck vor in den „Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutz-Stoffen“.

2. Entwurf von Lieferbedingungen, d. h. Regelung der wirtschaftlich-kaufmännischen Seite.

3. Rationalisierung der Fabrikation und Lieferung, so vor allem Vereinheitlichung der verschiedenen Wärmeschutzmassen, Festlegung der wirtschaftlichsten Isolierstärken usw.

Den Umfang dieser Hauptgruppen zeigen deutlich die folgende Unterteilung:

Zu 1. Die Regeln zerfallen in 5 Teile:

Der erste behandelt die Berechnung der Wärme- und Kälteverluste, und zwar zunächst die grundlegenden Masseneinheiten, Benennungen und Formeln.

Der zweite Teil behandelt die verschiedenen Arten von Gewährleistungen, und zwar zunächst die wärmetechnischen, wobei in Zukunft als grundlegende Größe allein die Wärmeleitzahl gelten soll, während Wärmeverlust und Temperaturabfall gewissermaßen noch als Orientierungswerte für den Praktiker zugelassen werden.

Des weiteren sind noch erfaßt die Gewährleistung von Raumgewicht, der spez. Wärme, Druckfestigkeit, Form- und Temperaturbeständigkeit.

Der dritte Teil behandelt ausführlich die Meßverfahren und zwar die Laboratoriums-Methoden.

Der vierte Teil bringt eine sehr wichtige Zusammenstellung des einschlägigen wichtigsten Schrifttums.

Der fünfte Teil enthält die Berechnungstafeln, die nach dem Vorschlage von Herrn Dr. Cammerer auf Grund der neusten Ergebnisse von Koch-München und dem Engländer Herrn Heilmann aufgebaut wurden.

Zu 2. Die Lieferbedingungen enthalten wieder 2 Hauptgruppen:

Der erste, technische Teil, umfaßt Angebote, Masse und Toleranzen für Materialien, Umfang und Toleranzen von Fertigarbeiten und die Zusicherung.

Der zweite, wirtschaftliche Teil, enthält Feststellung des Lieferungsumfanges, Preise für Materiallieferungen und Fertigarbeiten, Tageslohnsätzen, Arbeitsbedingungen an der Baustelle, Gewährleistung, Lieferfrist, Zahlung, Haftung, Patentfragen und Schiedsgericht.

Zu 3. Diese Arbeiten befinden sich noch in der Entwicklung, weshalb ein eigentliches Arbeitsprogramm hierüber noch nicht festliegt.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß auf diesem Gebiete durch eine mustergültige Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Forschung mit der Praxis in dem knappen Zeitraum von 12 Jahren der große Weg zurückgelegt wurde, der zwischen einer rein empirischen und vielfach handwerksmäßigen und einer wissenschaftlich und technisch durchgearbeiteten Handhabung liegt.

Herr Kaufmann dankt dem Vortragenden für seine Ausführungen und eröffnet selbst die Aussprache, indem er Vergleiche zwischen den früheren veralteten Methoden mit diesen neueren Festlegungen zieht.

Herr Dr. Krause beleuchtet den praktischen Wert dieser Arbeiten und gibt seiner Verwunderung Ausdruck, daß ein Industriezweig sich selbst solche scharfe Bedingungen auferlegt.

Herr Min.-Rat Dr. Schäfer weist auf die Normung für Gütevorschriften sowie Zündungs- und Brenneigenschaften der gebräuchlichen Isolierstoffe hin und streift hierbei das Alfolverfahren. Herr Dr. Schäfer befürwortet in Bezug auf Gruppe 2 Zusammenarbeit mit dem Reichsausschuß für Lieferbedingungen.

Herr Direktor Brandt beleuchtet aufgetretene Mängel an Isolierungen und deren Fehlerquellen an Beispielen aus der Praxis.

Zum Schluß erinnert Herr Kaufmann noch an die bevorstehende Hauptversammlung des D. K. V. in Stuttgart und verkündet die Sommerferien und Nachsitzung im Heidelberger.

Der Schriftführer: Dotterweich.

# Mitteilungen aus der Industrie

(Ohne Verantwortung der Schriftleitung).

**Lanova-Stopfisolierung DRP.** Die neue Stopfisolierung Lanova DRP. besteht aus einer besonders behandelten Mineralwolle, die zur Füllung eines durch einen Hart- oder Blechmantel gebildeten Hohlraumes dient. Durch das patentierte Herstellungsverfahren wird ein chemisch neutraler Füllstoff geschaffen, der z. B. Rohrleitungen nicht angreift. Außerdem besitzt die Lanova-Wolle eine große Stabilität der einzelnen Faser, sodaß ein Zusammensacken auch bei größeren Erschütterungen nicht in Frage kommt. Für die Isolierwirkung ist die Stopfungsdichte des Füllmaterials wesentlich, deren Abhängigkeit von der Temperatur bei Lanova sehr günstig ist. Das Minimum der Wärmeleitzahl liegt im Bereich von 150—250 kg/m$^3$, wo ihre Absolutwerte im einzelnen ziemlich klein sind. Da bei der Stopfisolierung der Füllstoff in erster Linie unter dem Gesichtspunkt höchster Isolierfähigkeit hergestellt werden kann, ist die Wärmeleitzahl niedrig. Sie beträgt für Lanova im Hartmantel $\lambda = 0{,}054$ kcal/m h $^0$C bei 100 $^0$C Mitteltemperatur und einem Raumgewicht der fertigen Isolierung von 375 kg/cbm und für Lanova im Blechmantel $\lambda = 0{,}052$ kcal/m h $^0$C bei 100 $^0$C und einem Raumgewicht von 300 kg/m$^3$. Bemerkenswert ist noch die hohe Temperaturbeständigkeit bis 800 $^0$C. — Das neue Material hat sich schnell auf dem Markte durchgesetzt. Die günstigen Versuchsergebnisse haben sich auch in der Praxis, insbesondere bei Anlagen der Großindustrie, aufs Beste bestätigt gefunden. Hersteller: Grünzweig & Hartmann G. m. b. H., Korkstein- und Isoliermittelfabrik, Ludwigshafen am Rhein.

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1894 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

**12. Heft** **Berlin SW. 9, Dezember 1930** **37. Jahrgang**

Inhalt:

**Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Die Berechnung von Schiffsisolierungen. Von Dipl.-Ing. E. Joelson, Moskau. S. 229. — Korrosion in Kälteanlagen. S. 231. Ein Gedenktag der Thermodynamik. Von H. Schmolke, Berlin. S. 233. — Eiskühlanlagen. S. 236.

**Zeitschriftenbericht.** S. 237. — **Bücherbericht.** S. 239. **Kleine Mitteilungen.** S. 240. — **Patentbericht.** S. 241. **Deutscher Kälte-Verein.** S. 245. — Berliner Kälte-Verein. S. 245.

# Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

## Die Berechnung von Schiffisolierungen.

Von Dipl.-Ing. E. Joelson, Moskau.

Die Isolierung der Schiffskühlräume hat die Eigentümlichkeit, daß Wärmebrücken — eiserne Teile innerhalb der Isolierung — als Regel, und gewöhnliche glatte isolierte Flächen nur als Ausnahme erscheinen. Ein krasses Beispiel davon sehen wir in Abb. 1 — unterer Laderaum Nr. 1 des D. »Dnestr« — wo bei einer Gesamtstärke der Korkschicht von

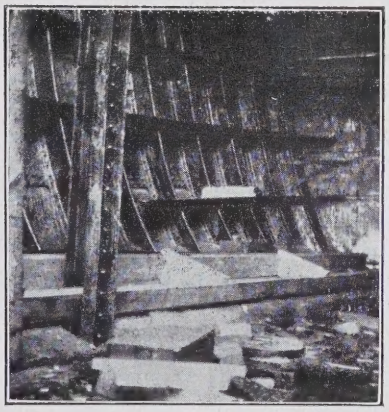


Abb. 1.

420 mm die Längsbalken (Eisversteifungen) nur mit 20 mm Kork überdeckt waren, und daher die Wärmedurchgangszahl rechnerisch (unter Berücksichtigung der Wärmebrücken) $K = 0{,}314$ ist.

Die richtige Berechnung der Isolierung ist aber bei einem Schiff viel wichtiger als bei einer Fischgefrieranlage oder einem Schlachthaus, weil bei einer Ladungskühlanlage (abgesehen von der Lüftung) der Wärmedurchgang durch die Isolierung den größten Teil, bei längerer Beharrung sogar die gesamte Kälteleistung beansprucht. Das gibt aber die Möglichkeit, die mittlere Wärmedurchgangszahl für das ganze Kühlschiff praktisch zu ermitteln und auf diese Weise die Berechnung nachzuprüfen. Die weiter unten geschilderten Berechnungsverfahren (Kreiswege des Wärmestromes als genügende Annäherung, Formeln 4,5 und 10 bis 18), wurden vom Verfasser zum ersten Male im Jahre 1928 zwecks Berechnung der neuen Kühlanlagen der Handelsflotte der Sowjet-Union entworfen; ihre Erweiterung (Formeln 6 bis 9 und 19) sowie die hier erscheinenden Beispiele und Kurven wurden von Ing. A. Nitotschkin, Moskau, ausgearbeitet. Die im Jahre 1929 erschienenen Arbeiten des englischen »Food Investigation Board« (siehe Z. f. d. g. K. I. Nr. 3/1930, S. 55) haben uns wesentlich unterstützt.

### Einige Bemerkungen zur Wirtschaftlichkeitsfrage.

Am einfachsten wäre es, einem Teil dieser Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, indem man die Isolierung der Außenflächen nach Abb. 2 aus-

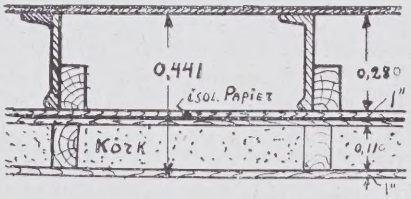



Abb. 2.

führen würde, wie es manchmal auf Leichtern gemacht wird. Die Wärmedurchgangszahl dieser Isolierung können wir nach einer der beiden Schichtenmethoden (siehe weiter unten) berechnen, da sie beide für diesen Fall genügend genau sind; die Widerstände von Luft und Eisen, sowie die Oberflächenwiderstände $\frac{1}{\alpha}$ ziehen wir hier nicht in Betracht, worauf wir später noch zurückkommen werden. Dann ist, falls wir für Kork $\lambda = 0{,}05$ und für Holz $\lambda = 0{,}15$ annehmen:

$$K = \frac{1}{0{,}72}\left(\frac{0{,}67}{\frac{0{,}11}{0{,}05}+\frac{0{,}051}{0{,}15}}+\frac{0{,}05}{\frac{0{,}161}{0{,}15}}\right) = 0{,}435.$$

Auf einem Seeschiff mit Ladungskühlräumen wird die Isolierung normalerweise nach Abb. 3 ausgeführt, wobei, wie wir weiter sehen werden, dieselbe Wärmedurchgangszahl $K = 0{,}435$ erzielt wird. Dabei sind die wichtigsten Abmessungen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spantenentfernung (Schritt) | $S$ | = 0,72 | m |
| Bulb- bzw. U-eisenbreite | $b$ | = 0,02 | „ |
| Stärke des Blindholzes | $c$ | = 0,05 | „ |
| Höhe des Blindholzes | $d$ | = 0,151 | „ |
| Spanthöhe | $h$ | = 0,28 | „ |
| Stärke der Holzverschalung | $a$ | = 0,0254 | „ (1") |
| Stärke der Korkschicht überhalb der Eisenteile | $x$ | = 0,0127 | „ ($^1/_2$") |

Diesen letzten Wert haben wir mit »$x$« bezeichnet, weil er bei vorhandenen Abmessungen des Schiffes und seiner eisernen Konstruktionen die wichtigste veränderliche Größe ist. Die gesamte Tiefe der Isolierung von Außenhaut bis Innenseite der Holzverschalung ist dann $h + a + x = 0{,}28 + 0{,}0254 + 0{,}0127 = 0{,}318$ m, die gesamte Stärke der Korkschicht 0,293 m, während bei Isolierung nach Abb. 2

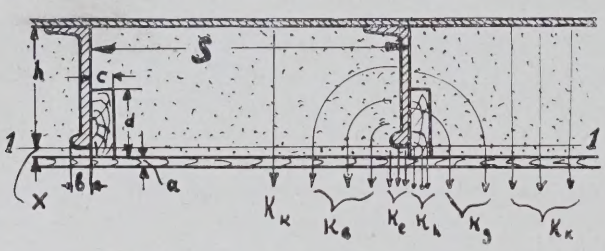



Abb. 3.

die Tiefe 0,28 + 0,051 (Holz) + 0,110 (Kork) = 0,441 beträgt, bei einer Korkschicht von blos 0,110. Bei einem Frachtdampfer, welcher ausschließlich als Kühlschiff ausgerüstet ist (Nettovolumen der Laderäume rund 4500 m³, isolierte Fläche etwa 3000 m²), erreichen wir, bei der Isolierung nach Abb. 2 im Vergleich zur normalen Ausführung nach Abb. 3 eine Ersparnis von $3000 \cdot (0{,}293 - 0{,}110) = 549$ m³ Korkschrott, bei einem Verlust von $3000 \cdot (0{,}441 - 0{,}318) = 369$ m³ Nettoladeraum. Da bei solchen Seeschiffen die Menge der aufzunehmenden Kühlladung nur durch das Volumen, nicht durch die Tragfähigkeit des Schiffes begrenzt ist (weil Kühlgut nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ so schwer ist, wie gewöhnliche Schiffsladung), so bedeutet dies einen Verlust von etwa 10000 RM bei jeder Fahrt, in der man mit voller Befrachtung rechnen könnte, z. B. bei Gefrierfleisch oder Früchten mit einem Stauvolumen 2,8 m³/Tonne und 75 RM je Tonne Fracht; wenn man nur 2 solche Fahrten im Jahre hat und das Schiff 25 Jahre arbeiten soll, so bedeutet dies etwa 500000 RM mehr als den doppelten Preis der Kältemaschinenanlage, während der gesparte Korkschrott nur etwa 45000 RM kostet, wovon noch ein Teil wegen der vergrößerten Holzverschalung abgezogen werden muß. Auch falls wir als Ausgangspunkt den Preis des neuen Schiffes — etwa 3500000 RM — nehmen, so erhalten wir einen Verlust von $100 \cdot \frac{369}{4500} = 8{,}2$ % des Nutzvolumens, d. h. etwa 285000 RM, unter Berücksichtigung der Verbilligung der Isolierung — etwa 250000 RM. Die erste Berechnung ist jedoch richtiger, denn die Brennstoff-, Mannschafts- und anderen Ausgaben bleiben für das Schiff konstant, obwohl es weniger Kühlgut nehmen kann. Deswegen muß die Ausführung der Isolierung nach Abb. 2 abgelehnt werden; dies ist — abgesehen von den Betrachtungen des letzten Abschnittes — ein genügender Grund, um auch irgendwelche Luftschichten, z. B. am Doppelboden, abzulehnen.

Wenn wir auf Grund obiger Angaben die wirtschaftliche Isolierungsstärke im Hinblick auf die Maschinengröße berechnen würden, so ist diese in der Nähe von $x = 0{,}015$ m zu finden, d. h. nahe dem geringsten Konstruktiv möglichen Maße. In der Praxis wird $x = 0{,}02$ bis 0,06 gewählt, aus Sicherheitsgründen und um geringe Temperaturunterschiede und -Schwankungen innerhalb des Raumes zu erzielen, d. h. aus Gründen, die trotz ihrer Wichtigkeit in den üblichen Formeln für Berechnung der wirtschaftlichen Isolierstärke nicht erscheinen können, weil bei diesen nur die für den Wärmedurchgang und Kältebedarf maßgebenden Durchschnittstemperaturen in Betracht gezogen werden.

### Berechnung nach Schichten.

In seinem Bericht zum V. Internationalen Kältekongreß »Amerikanische Praxis der Schiffsisolierung« schlägt S. B. Carpender vor, Isolierungen zu berechnen, in dem man die Widerstände einzelner Schichten addiert, den Oberflächenwiderstand außer Betracht läßt und einen Sicherheitszuschlag von 25 % macht. Im Falle einer Isolierung nach Abb. 3 wäre demnach

$$K = \frac{1{,}25}{\frac{0{,}2926}{0{,}05} + \frac{0{,}0254}{0{,}15}} = 0{,}207 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot {}^0\text{C} \cdot \text{h}}$$

während nach unseren Berechnungen hier $K = 0{,}435$ sein muß, was mit den Prüfungsergebnissen für das entsprechende Schiff gut übereinstimmt. Wenn wir aber auch mit einem »Sicherheitszuschlag« von 200 % rechnen würden, so wäre auch dann diese primitive Methode unbrauchbar, weil sie keinen Weg zur Beurteilung der Verteilung dieser Verluste gibt und keinen Vergleich von verschiedenen Konstruktionen ermöglicht.

Manche Werften berechnen derartige Isolierungen nach Schichten; Verfahren 1 besteht darin, daß diese Schichten parallel zum Wärmestrom, Verfahren 2, daß sie parallel zu den Außenflächen gewählt werden. Bei Verfahren 1 finden wir die Wärmedurchgangszahl nach Formel

$$K = \frac{K_1 F_1 + K_2 F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots} \qquad (1)$$

für jede einzelne Schicht haben wir

$$K_1 = \frac{1}{R_1' + R_1'' + \dots}$$

es werden also innerhalb der Schicht die Widerstände addiert. Im Gegensatz dazu rechnen wir bei Verfahren 2 mit

$$K = \frac{1}{R' + R'' + \dots} \qquad (2)$$

und für jede einzelne Schicht müssen wir $K' = \frac{1}{R'}$ etwa nach (1) finden, d. h. indem wir den Mittelwert der Leitfähigkeiten (unter Berücksichtigung der entsprechenden Strecken) finden:

$$K' = \frac{F_1' \cdot K_1' + F_2' \cdot K_2'}{F_1' + F_2' \dots}$$

Auf Abb. 4 (Abmessungen der Isolierung nach Abb. 3) ist die Einteilung in Schichten gezeigt. Rechnerisch

ergibt sich, falls wir für Eisen $\lambda = 50$ einsetzen, nach (1):

Schicht 1, bestehend aus 0,28 m Eisen, 0,0127 m Kork und 0,0254 m Holz:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{0{,}28}{50} \cdot \frac{20}{8} + \frac{0{,}0127}{0{,}05} + \frac{0{,}0254}{0{,}15}} = 2{,}33$$

Indem wir $R_1'$ mit $\frac{20}{8}$ multiplizieren, berücksichtigen wir das Verhältnis der mittleren Stärke des Spantes (0,008 m) zur Breite des Wulstes und der

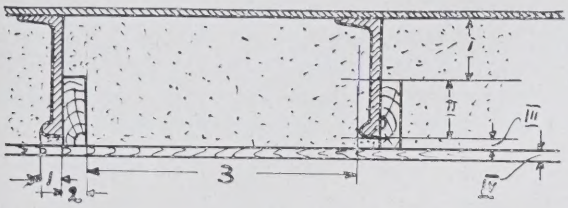



Abb. 4. Schichten.

Schicht 1 (0,020 m). Würden wir die 0,012 m $= 0{,}020 - 0{,}008$ als besondere Schicht rechnen unter Annahme, daß die Wärme von der Außenhaut bis zum Wulst durch etwa 0,270 m Kork wandern muß, so wäre der Fehler, besonders bei Spanten aus U-Eisen oder Gegenwinkeln, ganz kraß; dies wäre aber nichts anderes, als eine strengere Anwendung des Verfahrens I.

Schicht 2 (Kork 0,14 m, Blindholz 0,1526 m und Verschalung 0,0254 m) ergibt $K_2 = 0{,}252$, Schicht 3 (Kork 0,2926 m und Holz 0,0254 m) ergibt $K_3 = 0{,}167$

$$K = \frac{0{,}02 \cdot 2{,}33 + 0{,}252 + 0{,}65 \cdot 0{,}167}{0{,}72} =$$

$$0{,}065 + 0{,}017 + 0{,}151 = 0{,}233.$$

Wir sehen, daß sogar bei dieser höchst unvollkommenen Berechnung der Einfluß des Spantes dieser keine unbedeutende Rolle spielt.

Nach Verfahren 2 errechnen wir:

Schicht 1 — diesmal wird die Stärke des Spantes wieder als 0,008 m in die Formel eingesetzt. Es ist

$$K' = \frac{\frac{0{,}008 \cdot 50}{0{,}14} + \frac{0{,}712 \cdot 0{,}05}{0{,}14}}{0{,}72}$$

$$= 4{,}32 \text{ und } R' = 0{,}232.$$

In der nächsten Schicht haben wir außer Eisen und Kork noch das Blindholz. Da aber bei Eisen $\lambda$ 333 mal größer ist als bei Holz, so ändert dies weniger das Ergebnis, als die Vergrößerung der Durchschnittsstärke des Eisens auf 0,010 m unter Berücksichtigung des Wulstes. Daher:

$$K'' = 5{,}36 \text{ und } R'' = 0{,}187.$$

Die dritte Schicht in der Stärke von $x = 0{,}0127$ m besteht aus Kork (0,67) und Holz (0,05).

$$K''' = 4{,}5 \text{ und } R''' = 0{,}223.$$

Die letzte Schicht besteht aus der Holzverschalung und hat

$$K^{IV} = 5{,}95 \text{ und } R^{IV} = 0{,}170.$$

Der gesamte Widerstand ist also $R = 0{,}812$ und $K = 1{,}23$. Der richtige Wert von $K$ liegt immer zwischen diesen beiden Extremen, d. h. zwischen 0,233 und 1,23. Falls aber die Isolierung aus Materialien zusammengestellt ist, deren Wärmeleitzahlen dieselbe Größenordnung haben (Kork und Holz, sogar Kork und Goudron), so kann $K$ als Mittelwert aus $K$ nach (1) und nach (2) genommen werden. Auf Schiffen gilt dies für die Isolierung des Doppelbodens, der Lukendeckel, glatter Schotte (die Versteifungen — spantenähnlich — werden bloß von einer Seite angebracht) und dergleichen.

(Fortsetzung folgt.)

## Korrosion in Kälteanlagen.

(Bericht des Korrosionsausschusses der American Society of Refrigerating Engineers.[1])

Ueber die Ergebnisse der amerikanischen Korrosionsforschungen unter besonderer Berücksichtigung von Kälteanlagen haben Weisker † und Spitzer in Heft 7, 1927 dieser Zeitschrift berichtet. Inzwischen sind die Untersuchungen im Dezember 1929 abgeschlossen worden. Der vorliegende Bericht faßt ihr Ergebnis zusammen. Der nachstehende Auszug beschränkt sich auf die Ergänzung und Berichtigung der vorläufigen Veröffentlichung in Heft 7, 1927, soweit sie durch spätere Erfahrungen notwendig geworden sind.

### Soleart.

Das Angriffsvermögen von schwach alkalischer Sole ($pH = 9{,}5$) auf Eisen wurde für Chlornatrium- und Chlorkalziumlösung etwa gleich gefunden. Dagegen zeigt sich das Angriffsvermögen von Chlornatriumsole auf Zink wesentlich geringer als von Chlorkalziumsole.

### Sauerstoffgehalt der Solen.

Die Untersuchung der Sole eines offenen Systems ergab einen Sauerstoffgehalt in Höhe von 80 % des bei Luftsättigung sich einstellenden Höchstwertes.

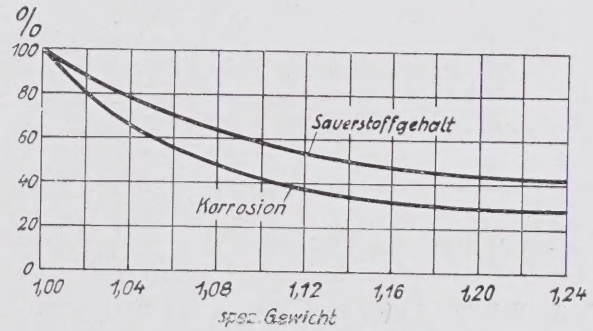



Abb. 1. Relativer Sauerstoffgehalt und relative Korrosion von Stahl in $CaCl_2$-Sole, die mit Sauerstoff gesättigt ist.

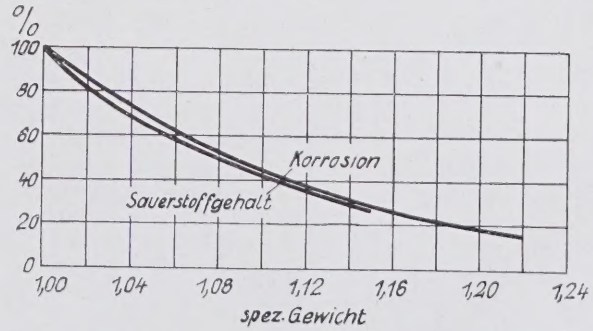



Abb. 2. Relativer Sauerstoffgehalt und relative Korrosion von Stahl in Na Cl-Sole, die mit Sauerstoff gesättigt ist.

[1]) A. S. R. E. Circular Nr. 10, 1930.

Bei geschlossenen Systemen schwankt der Sauerstoffgehalt zwischen 20 % des Grenzwertes und praktisch vollkommener Sauerstoffreiheit. Der Sauerstoffgehalt ist umso wirksamer, je niedriger die Solekonzentration ist. Verglichen mit reinem Wasser, sinkt das Angriffsvermögen bei Sole mit einem Gefrierpunkt von etwa $-15^0$ auf rund $^1/_3$, wenn in beiden Fällen die Flüssigkeit mit Sauerstoff gesättigt ist. Die Ursache liegt nicht etwa in einer Schutzwirkung der stärkeren Sole, sondern darin, daß die Löslichkeit des Sauerstoffes mit zunehmender Konzentration der Sole abnimmt. In den Abb. 1 und 2 ist die Abnahme der Korrosion und des Sauerstoffgehaltes mit zunehmendem spez. Gewicht für Kalziumchlorid und Natriumchlorid wiedergegeben. Genügend genau besteht Proportionalität zwischen Korrosions- und Sauerstoffabnahme.

### Alkalität der Sole.

Der Einfluß von Alkalität auf die relative Korrosion von Eisen und Stahl in Natriumchlorid- und Kalziumchloridsole geht aus Abb. 3 hervor. Zunehmende Alkalität vermindert den Einfluß der Korrosion bis zu einer gewissen Grenze, bei der eine narbenartige örtliche Korrosion in verstärktem Maße auftritt, die alsbald zur vollständigen Durchlöcherung führt. Der zum Schutz gegen die zerstörende Wirkung einer sauren Sole angewandte Sodazusatz kann daher durch Uebertreibung leicht die gegenteilige Wirkung ausüben.

Während das Verhalten von Chlornatrium- und Chlorkalziumsole nach Abb. 3 auch zahlenmäßig nicht sehr wesentlich verschieden ist, ergeben sich bezüglich des Einflusses der Alkalität auf die Korrosion von Zink oder verzinktem Eisen für beide Solearten die aus Abb. 4 hervorgehenden erheblichen Unterschiede.

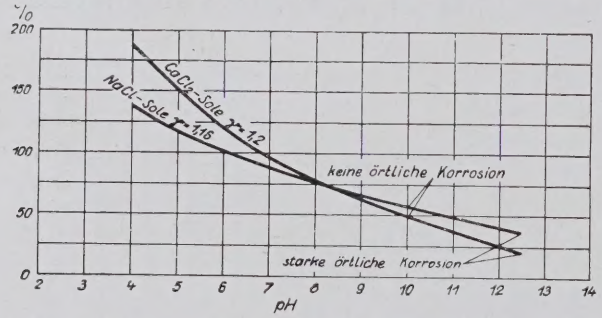



Abb. 3. Relative Korrosion von Eisen und Stahl in Sole, abhängig von dem *pH*-Werte.

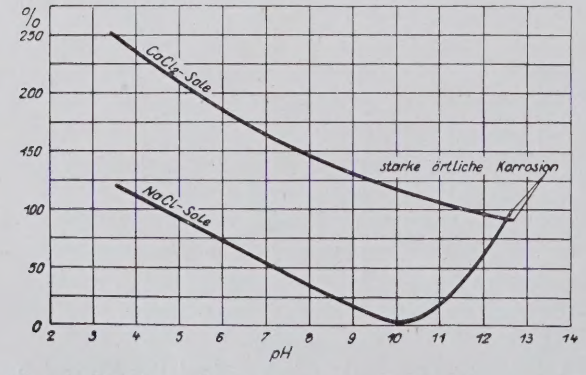



Abb. 4. Relative Korrosion von Zink und verzinktem Eisen in Sole, abhängig von dem *pH*-Werte. (100 % entspricht dem Korrosionsgrad von blankem Stahl in $CaCl_2$-Sole bei $pH = 7$).

Bei einem Wert $pH = 10$ verschwindet das Angriffsvermögen von Natriumchloridsole auf Zink fast vollkommen, um bei zunehmender Alkalität wieder rasch anzuwachsen. Die aus Abb. 3 und 4 gezogene Schlußfolgerung geht dahin, daß die Alkalität mit $pH = 9{,}5$ bis 10 eingehalten werden soll. Liegen diese Verhältnisse von vornherein vor, so bedürfen offene Systeme gleichwohl einer dauernden Ueberwachung, da die Aufnahme der in Luft enthaltenen Kohlensäure die Alkalität allmählich verringert.

Im übrigen werden die früher veröffentlichten Gesichtspunkte grundsätzlich bestätigt. Als Gesamtergebnis empfiehlt der Bericht die nachstehend angegebenen Maßnahmen, macht jedoch darauf aufmerksam, daß die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse Abweichungen davon begründet und in jedem Falle erfahrenes Urteil mitzusprechen hat.

### Chlorkalziumsole.

Zufügung von Natriumbichromat, etwa 1,6 g/l. Außerdem so viel Aetznatron, wie nötig ist, um das Bichromat in das neutrale Chromat zu verwandeln. Für neutrale Sole beträgt die erforderliche Aetznatronmenge 27 kg auf 100 kg Bichromat. Enthält die Sole Ammoniak, so ist weniger Aetznatron erforderlich. In bestimmten Fällen (wenn die mit Bichromat versetzte Sole bei der Probe mit Phenolphthalein rot wird) ist überhaupt kein Aetznatronzusatz nötig.

Der Zusatz des Bichromates soll in der Weise erfolgen, daß es in einem Sack dort in die Sole eingehängt wird, wo der Umlauf besonders lebhaft ist, oder dadurch, daß das Bichromat, in warmem Wasser gelöst, langsam der umlaufenden Sole zugesetzt wird.

Es ist nötig, laufend Bichromat zuzusetzen, um die Verluste durch Zersetzung und Betrieb auszugleichen.

Für die Bereitung frischer Sole wird empfohlen, der in besonderen Behältern aufbereiteten Solelösung das Bichromat beizufügen, gleichzeitig so viel kaustische Soda, daß die Sole gerade schwach alkalisch ist (*ph* nicht über 8,5), und die Mischung vor Ueberführung in den Gebrauchsbehälter absetzen zu lassen. Chromate ätzen die Haut und sind in Speisen giftig.

### Mischsolen von Chlorkalzium und Chlormagnesium.

Hierfür gilt das oben Gesagte, jedoch mit dem Unterschied, daß der Zusatz an Bichromat in doppelter Menge (3,2 g/l) erfolgt.

### Chlornatriumsole.

Zusatz an Bichromat 3,2 g/l.

### Phosphatbehandlung.

Bei offenen Solesystemen wird statt der Bichromatbehandlung die Zufügung von Natriumphosphat ($Na_2HPO_4$, 12 $H_2O$) in Betracht gezogen. Obwohl weniger wirksam als Chromat und eine häufigere Erneuerung fordernd, hat Phosphat den Vorteil, daß es die Haut nicht wie Chromat angreift. Erforderliche Beigabe an Phosphat 1,6 g/l. Dieser Betrag ist allmonatlich neu zuzufügen. Die Sole muß neutral oder sehr schwach sauer gehalten werden, notfalls durch Zusatz von so viel Salzsäure, daß Phenolphtalein keine rosa Färbung mehr ergibt. Die Auflösung des Phosphats soll in warmem Wasser außerhalb des

Gebrauchsbehälters, der Zusatz der Phosphatlösung allmählich an einer Stelle lebhafter Solebewegung erfolgen.

Behandlung des Kühlwassers von Kondensatoren mit Wasserumlauf.

Hierfür wird der Zusatz von Natriumsilikat (Wasserglas) empfohlen und zwar in einer Menge, daß eine mit Natriumsilikat versetzte Wasserprobe mit Phenolphthalein nach einiger Zeit Stehens sich rosa färbt.

Daneben wird Behandlung mit Natriumbichromat empfohlen und zwar insbesondere dann, wenn die Luft durch den Gehalt an industriellen Abgasen stark korrodierend wirkt. Mit Rücksicht darauf, daß die durch den Wind fortgetragenen Tropfen des Kühlwassers freistehender Kondensatoren die Nachbarschaft belästigen können, ist der Zusatz von Bichromat nicht ohne Bedenken. Seine Menge soll in der Weise durch Versuch ermittelt werden, daß in dem behandelten Wasser blanker Stahl bei ständiger Lüftung nach einer Woche nur schwache Korrosionserscheinungen zeigt. Neben dem Bichromat muß jeweils kaustische Soda (0,03 g/l) zugesetzt werden.

Behandlung des Kühlwassers von Kondensatoren ohne Wasserumlauf.

Wegen der benötigten großen Wassermengen ist eine chemische Behandlung des Wassers unwirtschaftlich und statt dessen die Verwendung nichtrostender Metallüberzüge ins Auge zu fassen. Auf den besonderen Schutz der mit Gewinde versehenen Rohrenden und der heiße Gase führenden Leitungen wird ausdrücklich hingewiesen.

Reinhaltung der Kondensatoren.

Soweit es der Betrieb zuläßt, sollen die Kondensatoren frei von Schlamm und Stein gehalten werden. Obwohl in den Vereinigten Staaten diesem Gesichtspunkt weit größere Aufmerksamkeit gewidmet wird als bei uns, erscheinen den Berichterstattern auch diese Maßnahmen noch nicht ausreichend.

Auch die für die praktische Betriebsführung gegebenen Empfehlungen des Berichtes seien hier kurz angeführt:

1. Die Sole soll so wenig wie möglich mit Luft in Berührung kommen, der Soleeinlauf stets unter dem Spiegel münden.

2. Gewogene Probestäbe von blankem und verzinktem Eisen sollen in die Sole eingehängt und als Mittel benutzt werden, um die Wirkung der Solebehandlung laufend zu beobachten.

3. Wird die Sole nicht besonders behandelt, so soll sie leicht alkalisch gehalten werden ($pH = 8{,}5$). Als Indikator wird Phenolphthalein empfohlen. Seine Zufügung soll rosa Färbung ergeben, nötigenfalls hat Zusatz von kaustischer Soda oder Kalkmilch zu erfolgen.

4. Sind Ammoniak-Undichtheiten aufgetreten, so ergibt Natriumbichromat einen befriedigenden Schutz für blankes und verzinktes Eisen in ammoniakhaltiger Sole.

5. Die Verwendung verschiedener mit einander in Berührung tretender Metalle soll soweit wie möglich vermieden werden. Die hierdurch auftretende Korrosion wird durch Bichromatbehandlung verringert.

6. Um die Gefährdung des Arbeiters bei Bichromatanwendung in offenen Systemen zu vermeiden, ist Sauberkeit streng vorzuschreiben.

7. Bei Anwendung von Schutzanstrich muß die Oberfläche zuvor gründlich gereinigt werden. Hierzu gehört Entfernung von Rost, Stein, Staub und Feuchtigkeit. Ein doppelter Anstrich, Deckschicht wasserdicht, ergibt häufig guten Schutz.

8. Gewindeenden von verzinkten Rohrleitungen sollen nach Entfernung von Oel und Schmutz mit Aluminium-Bronze gestrichen werden.

M. Hirsch.

## Ein Gedenktag der Thermodynamik.

Von H. Schmolke in Berlin.

Inhalt: Es wird die Bedeutung des vor 25 Jahren ausgesprochenen Wärmetheorems von Nernst dargelegt und auf seine Allgemeingültigkeit hingewiesen.

In der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure zu Magdeburg im Jahre 1905 äußerte Walther Nernst[1]) sich dahin, daß das in der Praxis übliche Verfahren, die Arbeitsfähigkeit einer chemischen Reaktion, z. B. einer Verbrennung, der bei dem Vorgang entwickelten Wärme gleichzusetzen, nur eine Annäherung sei. Anschließend betonte er die Schwierigkeiten, die sich einer einwandfreien Berechnung der maximalen Arbeit entgegenstellen. Sicherlich schwebte ihm damals bereits eine Hypothese in ihren Grundzügen vor, welche diese Schwierigkeiten beseitigte. Wenige Monate später erschien dann unter den von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen herausgegebenen Abhandlungen[2]) eine vom 23. Dezember 1905 datierte Arbeit von Nernst »Ueber die Berechnung chemischer Gleichgewichte aus thermischen Messungen«. Die in ihr ausgesprochene, gewöhnlich als Nernstsches Wärmetheorem bezeichnete Annahme brachte nicht nur die Aufklärung des seiner Zeit in der Ingenieurversammlung berührten Problems, sondern bedeutete darüber hinaus einen Fortschritt auf dem Gebiet der allgemeinen Wärmetheorie, der nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Dies soll im folgenden dargelegt werden.

Der Satz von der Erhaltung der Energie besagt, daß die während eines Vorganges zugeführte Wärme $Q$ gleich der in seinem Verlauf geleisteten äußeren Arbeit $A$ abzüglich der gleichzeitig stattgefundenen Energieabnahme $U$ ist. Er kann in der Form

$$Q = A - U \quad \text{(I)}$$

geschrieben werden.

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik gibt Auskunft über die Verwandlungsfähigkeit von Wärme in Arbeit.

Bekanntlich wird bei einer bestimmten Temperatur der größte Gewinn an äußerer Arbeit durch einen isotherm und reversibel geführten Prozeß erzielt. Es möge nun ein derartig geleiteter Vorgang bei der Temperatur $T$ stattfinden und die Arbeit $A$ liefern. Darauf werde die Temperatur bei gleichbleibendem Volumen $v$ auf den Betrag $T + dT$ erhöht, wonach sich derselbe Prozeß abspielt und die Arbeit $A + dA$ leistet. Dann ist nach dem 2. Wärmesatz

$$dA = Q\,\frac{dT}{T} \quad \text{(II)}. \qquad \text{bzw. } Q = T\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v.$$

[1]) Physikalisch-chemische Betrachtungen über den Verbrennungsprozeß in Gasmotoren. Berlin 1905 Julius Springer.

[2]) Heft 1, Jahrgang 1906.

Man erkennt sofort, daß eine Vereinigung von I und II die Gleichung $A - U = T \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v$ ergibt. Sie gilt übrigens auch, wenn man nicht das Volumen, sondern andere Größen, z. B. den Druck, die magnetische Feldstärke usw. als variable Parameter betrachtet[1]), und wird daher sinngemäß auch in der Form $A - U = T \frac{\partial A}{\partial T}$ oder einfach

$$A - U = T \frac{dA}{dT} \text{ (III)}$$

geschrieben. Häufig findet man diese grundlegende Beziehung als Helmholtzsche Gleichung bezeichnet.

$U$ sowie $A$ haben nun die größte Bedeutung für die Wärmetheorie. Es bleibt nämlich, wenn ein System eine Aenderung durchläuft, die Differenz der Energieinhalte $U_2 - U_1$ bei Beginn und am Schluß des Vorganges unabhängig von dem Weg, auf welchem man vom Anfang bis zum Ende gelangte. Wird ferner der Prozeß isotherm und reversibel geleitet, so ist die maximale äußere Arbeit ebenfalls unabhängig von der Art und Weise, auf welche sie gewonnen wurde. Diese Tatsachen sind aber für zahlreiche Feststellungen auf dem Gebiet der Thermodynamik von der allergrößten Wichtigkeit.

Die Helmholtzsche Gleichung kann nun unmittelbar zur Berechnung von $U$ benutzt werden, sofern man $A$ als Temperaturfunktion kennt. Demgegenüber läßt sich mit ihrer Hilfe nicht ohne weiteres $A$ aus $U$ bestimmen. Es wäre nämlich zu diesem Zweck eine Integration notwendig, und die hierbei auftretende Konstante bleibt zunächst völlig unbekannt. Das Fehlen einer engeren Verknüpfung der beiden bedeutsamsten wärmetheoretischen Funktionen $A$ und $U$ war zweifellos eine Lücke in dem wissenschaftlichen Gebäude der klassischen Thermodynamik. Das Nernsttheorem füllte diese aus, indem es die Feststellung der erwähnten Konstanten ermöglichte, was aus Nachstehendem ersichtlich werden dürfte.

Durch Umformen von Gleichung III folgt

$A\,dT - U\,dT = T\,dA$ *bzw.* $A\,dT - T\,dA = U\,dT$.

Multipliziert man nun mit dem integrierenden Faktor $\frac{1}{T^2}$, so ergibt sich

$$\frac{U\,dT}{T^2} = \frac{A\,dT - T\,dA}{T^2} = -d\left(\frac{A}{T}\right).$$

Hieraus findet man

$$\frac{A}{T} = -\int \frac{U\,dT}{T^2} + J \text{ oder } A = -T\int \frac{U\,dT}{T^2} + JT,$$

wobei $J$ die Konstante ist, um deren Bestimmung es sich handelt. Es läßt sich nun der als bekannt vorausgesetzte Wert von $U = f(T)$ sicherlich recht gut durch die Mac Laurinsche Reihe

$$U = U_0 + \alpha T + \beta T^2 + \gamma T^3 \ldots .$$

darstellen. Hierin ist $U_0 = f(0)$ bzw. gleich der Nullpunktsenergie, während bekanntlich $\alpha = f'(0)$, $\beta = \frac{f''(0)}{2!}$, $\gamma = \frac{f'''(0)}{3!}$ usw. sind. Führt man diese Reihe in den für A gefundenen Ausdruck ein und integriert, so folgt

$$A = U_0 - \alpha T \ln T - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2} T^3 - \ldots + JT.$$

Nernst war nun auf Grund von Beobachtungen zu der Ueberzeugung gelangt, daß in unmittelbarster Nähe der absoluten Nullpunkte die Temperaturkoeffizienten von $A$ und $U$ gleich werden, d. h.

$$lim \frac{dA}{dT} = lim \frac{dU}{dT} \; (T = 0)$$

ist. Er sprach diese Hypothese zunächst nur für kondensierte Stoffe aus, erweiterte aber später ihre direkte Anwendbarkeit auf Gase[1]).

Es ist nun im vorliegenden Fall

$$\frac{dA}{dT} = J - \alpha \ln T - \alpha - 2\beta T - \frac{3}{2}\gamma T^2 \ldots$$

$$\text{sowie } \frac{dU}{dT} = \alpha + 2\beta T + 3\gamma T^2 + \ldots$$

Für die tiefsten Temperaturen verschwinden die Glieder mit $T$, $T^2$ . . . . Es wird ferner zunächst $-\alpha \ln T = \infty$ und demnach auch $\frac{dA}{dT} = \infty$, was nicht recht denkbar erscheint. Das Nernsttheorem beseitigt diese Unstimmigkeit. Nach ihm muß nämlich beim absoluten Nullpunkt $J - \alpha \ln T - \alpha = \alpha$ sein. In dieser Gleichung ist die rechte Seite endlich. Damit auch die linke Seite einen endlichen Wert erhält, ist es erforderlich, daß $\alpha = 0$ wird. Diese Bedingung hat weiter zur Folge, daß für $T = 0$ $lim \frac{dU}{dT}$ sowie $lim \frac{dA}{dT}$ verschwinden. Die gesuchte Integrationskonstante $J$ muß also den Wert Null haben. Durch diese Feststellung ist die Möglichkeit zur Berechnung von $A$ aus $U$ gegeben und die engere Verknüpfung beider Fundamentalgrößen erreicht. Eine zu demselben Ergebnis führende Formulierung des Nernsttheorems ist, wie man sofort erkent,

$$lim \frac{dA}{dT} = 0 \text{ (für } T = 0) \text{ (IV)}$$

oder, wie Simon im Hinblick auf die erwähnte Zulässigkeit verschiedener variabler Parameter schreibt, $\frac{\partial A}{\partial T_{(0)}} = 0$. Nicht unerwähnt möge es schließlich bleiben, daß sich das Nernsttheorem und die Helmholtzsche Formel zu der Gleichung[2])

$$A = U - T\int_0^T \frac{dU}{dT} \cdot \frac{dT}{T} \text{ (V)}$$

zusammenfassen lassen. Durch Differenzieren folgt nämlich

$$\frac{dA}{dT} = -\int_0^T \frac{dU}{dT} \cdot \frac{dT}{T}.$$

[1]) Vergl. u. a. Simon. 25 Jahre Nernstscher Wärmesatz. Herausgegeben von der Schriftleitung der »Naturwissenschaften«. Berlin 1930. Julius Springer.

[1]) Nernst. Theoretische und experimentelle Grundlagen des neuen Wärmesatzes. Wilhelm Knapp. Halle (Saale) 1924.

[2]) Nernst. Theoretische Chemie S. 31. Stuttgart 1926. Ferdinand Encke.

Für die tiefsten Temperaturen konvergiert die rechte Seite nach 0, so daß der Beziehung IV genügt wird. Ferner wäre aber auch Gleichung III erfüllt, wie leicht ersichtlich ist, wenn man den soeben für das Integral gefundenen Wert in den Ausdruck V einsetzt. Letzterer verdient wohl die Bezeichnung der allgemeinsten Gleichung der Thermodynamik.

Im Laufe der Zeit ist bisweilen die Ansicht vertreten worden, daß das in zahlreichen Fällen experimentell bestätigte Wärmetheorem dennoch gewissen Beschränkungen unterworfen sei.[1]) Diese Auffassung stützte sich auf folgende Ueberlegung. Bei einem isothermen, reversiblen Prozeß gilt für die Entropieänderung die Beziehung $S_2 - S_1 = \frac{Q}{T}$ oder nach Formel II $S_2 - S_1 = \frac{dA}{dT}$. Im Sinne der Nernstschen Hypothese müßte jetzt, wie ein Blick auf Gleichung IV lehrt, $lim\ (S_2 - S_1) = 0$ (für $T = 0$) sein. Man glaubte nun, durch Versuche den Nachweis erbracht zu haben, daß in manchen Fällen, vor allem bei eingefrorenen Phasen, im Gegensatz zur letzgenannten Formel, auch bei den tiefsten Temperaturen noch Entropieänderungen eintreten können. Diese Annahme dürfte, wie Simon (a. a. O.) zeigt, auf einem grundsätzlichen Irrtum beruhen. Es ist nämlich ein isothermer, reversibler Uebergang zu einer garnicht im Gleichgewicht befindlichen, eingefrorenen Phase unmöglich. Insbesondere ist die Verdampfung einer solchen kein umkehrbarer Vorgang, denn bei einer sich anschließenden Kondensation wird die molekulare Anordnung der eingefrorenen Phase nicht wieder erreicht. Eine Prüfung der Entropieaussage des Wärmetheorems ist also bei eingefrorenen Phasen von vornherein ausgeschlossen. Uebrigens würde auch die Clausius-Clapeyronsche Gleichung bei einer derartigen Verdampfung versagen. Man erhält diese Formel nämlich, indem man die während einer Verdampfung bei konstantem Druck $p$ und bei der Volumenvergrößerung $v—v'$ geleistete Arbeit $A=p\,(v—v')$ bzw. ihre der Temperatursteigerung $dT$ entsprechende Zunahme $dA = (v—v')\,dp$ in Gleichung II einsetzt und schreibt $Q = T\frac{dp}{dT}(v—v')$. Die Veränderlichkeit des Druckes im Verlauf der Verdampfung ist für die Gültigkeit der Formel eine Vorbedingung. Sie ist bei eingefrorenen Phasen nicht erfüllt. Dort wechselt der Dampfdruck, bis die Oberfläche in die bei der betreffenden Temperatur stabile Anordnung übergegangen ist. Natürlich ist auch Gleichung II nicht anwendbar, da sie nur über isotherme reversible Vorgänge etwas aussagt. Eingefrorene Phasen entziehen sich eben der thermodynamischen Behandlung[2]), und der an die Reversibilität gebundene Entropiebegriff verliert seinen Sinn.

Bezweifelt wurde das Verschwinden der Entropieänderung am absoluten Nullpunkt fernerhin von Eucken[3]) auf Grund der Prüfung von chemischen Reaktionen, an denen Wasserstoff teilnahm. Bei der rechnerischen Behandlung dieser Versuche nahm man eine Extrapolation der neu bestimmten spezifischen Wärme $c$ des festen Wasserstoffes bis zum absoluten Nullpunkt vor. Bald nach dem Erscheinen der Arbeit Euckens machte Simon[1]) Bedenken gegen diese Extrapolation geltend. Er stellte inzwischen[2]) anomale spezifische Wärmen des Wasserstoffes bei Heliumtemperaturen fest. Demnach war die Extrapolation nicht statthaft, und bei der ausschlaggebenden Bedeutung des bestimmten Integrates $\int_0^T \frac{c\,dT}{T}$ für die rechnerische Auswertung der Euckenschen Versuche müssen die aus ihnen abgeleiteten Folgerungen hinsichtlich der Nullpunktsentropie als nicht hinreichend begründet betrachtet werden. Sehr beachtenswert erscheint auch die von Ulich[3]) geäußerte Vermutung, daß fester Wasserstoff unter Umständen als ein eingefrorenes, also nach Simon thermodynamisch garnicht behandelbares System betrachtet werden muß. Bei Zimmertemperatur ist nämlich Wasserstoff ein Gemisch aus 2 Molekülarten, den Ortho- und Parawasserstoffmolekülen, im Verhältnis 3 : 1. Bei tiefen Temperaturen verschiebt sich dies Verhältnis zu Gunsten des Parawasserstoffes. Diese Verschiebung erfolgt aber so langsam, daß auch im festen Zustand das angegebene Mischungsverhältnis bestehen bleibt, wenn man nicht besondere Vorkehrungen trifft[4]). Möglicherweise lag also Eucken eine nicht im Gleichgewicht befindliche Mischphase vor, aus deren Betrachtung die von ihm gezogenen Schlußfolgerungen keinesfalls abgeleitet werden durften.

Nicht unerwähnt möge es bleiben, daß M. Planck[5]) über die ursprüngliche Form des Nernsttheorems hinaus geht, indem er nicht nur die Entropieänderung, sondern auch den absoluten Wert der Entropie beim absoluten Nullpunkt gleich Null setzt. Er bringt dies durch die Gleichung $S = \int_0^T \frac{c\,dT}{T}$ zum Ausdruck. Sie hat zur Voraussetzung, daß die spezifische Wärme $c$ beim absoluten Nullpunkt verschwindend klein wird, was experimentell bestätigt zu sein scheint. Bleibt aber $c$ beim absoluten Nullpunkt endlich, was immerhin nicht unmöglich ist, so ergibt die Integration der genannten Formel für endliche Temperaturen $S = \infty$ und die Plancksche Fassung des Theorems muß aufgegeben werden, während die Aussage von Nernst natürlich unberührt bleibt. Planck selbst macht hierauf ausdrücklich aufmerksam.

Es besteht daher, wie Simon betont, kein Zweifel, daß das Nernsttheorem allgemein gültig ist und mit Recht als dritter Hauptsatz der Thermodynamik bezeichnet wird. Nach M. v. Laue zählt es mit dem Energiesatz, dem Prinzip von der Zunahme der Entropie und dem Einsteinschen Relativitätsprinzip zu den Grundpfeilern der Naturwissenschaft.

[1]) Vergl. u. a. Lewis und Randall. Thermodynamik und die freie Energie chemischer Substanzen. Wien 1927. Julius Springer.

[2]) Die Frage wird sehr ausführlich durch Simon a. a. O. behandelt.

[3]) Ztschr. f. Phys. Bd. 29 und 36.

[1]) Ztschr. f. Phys. Bd. 31 und 33.

[2]) Naturwissenschaften. Bd. 18. S. 34 ff.

[3]) Chem. Thermodynamik. S. 191. Dresden und Leipzig 1930. Theodor Steinkopff.

[4]) Simon. 25 Jahre Nernsttheorem. S. 259 ff.

[5]) Vorlesungen über Thermodynamik. Berlin und Leipzig 1930. Walter de Gruyter & Co. S. 269/270.

Den Kälteingenieur dürfte besonders die Tatsache interessieren, daß mit Hilfe des neuen Wärmesatzes der strenge Nachweis von der Unerreichbarkeit des absoluten Nullpunktes erbracht wurde. In der technischen Physik findet das Nernsttheorem vor allem Anwendung für Vorgänge, in deren Verlauf das Dissoziationsgebiet erreicht wird und das chemische Gleichgewicht eine Rolle spielt. Derartige Vorgänge treten in Verbrennungskraftmaschinen, Generatoren, Hochöfen, Schweißflammen, Feuerungsanlagen aller Art usw. auf. Näher darauf einzugehen, verbietet sich an dieser Stelle infolge der umfangreichen Entwicklung, welche die Behandlung jedes Einzelfalles erforderlich macht.

## Eiskühlanlagen.

Die deutsche Kälteindustrie, auch die Kältemaschinenfabriken, haben ein lebhaftes Interesse daran, daß Eiskühlanlagen und Eisschränke richtig gebaut werden. Eine Entwicklung dieser Technik ist nur möglich, wenn gelegentlich von unabhängiger Seite einzelne Ausführungen geprüft werden, wobei sich dann ihre Leistungsfähigkeit, ihre Vorzüge und ihre Nachteile ergeben und sich die Möglichkeit und Notwendigkeit von Verbesserungen zeigt.

Es ist daher zu begrüßen, daß Dipl.-Ing. W. Pohlmann, Altona, im Auftrage des Verbandes Deutscher Eisfabrikanten und Großhändler eine Anzahl größerer und kleinerer Eiskühlanlagen und Kühlschränke untersucht und über die Ergebnisse berichtet hat.

Geprüft wurden:

I. Gewerbliche Anlagen (erbaut von A. Schlender, Hamburg).

- A. Kühlraum (12,9 $m^2$) einer kleinen Schlächterei (oberirdisch).
- B. Kühlraum (26,8 $m^2$) einer größeren Schlächterei im Keller.
- C. Fest eingebauter Ladenkühlschrank 1,43 $m^3$ Nutzraum.
- D. Nicht ortsfester Gewerbekühlschrank 0,43 $m^3$ Nutzraum.

II. Haushalt-Eiskühlschränke (Fabrikat Eschebach).

- A. 0,048 $m^3$ Nutzraum mit Seiteneis.
- B. 0,046 $m^3$ Nutzraum mit Obereis.
- C. 0,13 $m^3$ Nutzraum mit Obereis.
- D. 0,055 $m^3$ nach Rohrbeck.

Von allen Anlagen und Schränken sind dem Bericht genaue Zeichnungen und Temperaturkurven beigefügt.

Die Anlagen I A und B sind mit 12 bis 14 cm Kork isoliert. Das Verhältnis des Inhaltes des Eisbehälters zu dem des Kühlraumes beträgt bei A 1 : 6,9, bei B 1 : 11. Die in der heißesten Jahreszeit (23° im Wochenmittel) im Kühlraum erzielten Temperaturen waren bei A 3,55, 4,55, 5,43° C an verschiedenen Raumstellen, bei B 3,0, 5,05, 6,25° C. Die größten Temperaturschwankungen an einem Tage bei Wechsel der Belegung betrugen nicht mehr als 1° C. Der relative Feuchtigkeitsgehalt betrug im Mittel bei A 91, bei B 92 % und schwankte zwischen 90 und 96 %. Der Eisverbrauch betrug bei A 83,5 kg/Tag, bei B 170 kg/Tag im Durchschnitt von 153 bezw. 184 Tagen oder 930 bezw. 1030 kg Eis je $m^3$ und Jahr oder täglich 2,6 bezw. 2,8 kg/$m^3$. Dabei betrug der tägliche Fleischdurchgang bei A 9,3 kg/$m^2$ und bei B 17,7 kg/$m^2$ im Jahresmittel. In der Anlage A war $^1/_3$ des Eisinhaltes des Kastens in der heißesten Jahreszeit in 6 Tagen, bei B bereits in 4 Tagen geschmolzen. Wenn der Gutachter die Forderung aufstellt, daß in der heißesten Zeit nur einmal in der Woche nachgefüllt werden soll und zwar nach Abschmelzen von $^1/_3$ des Inhaltes, dann ist es richtig, wie bei A das Verhältnis der Rauminhalte wie 1 : 7 zu wählen.

Die Beobachtungen über den Schrank I C sind für eine Beurteilung noch nicht ausreichend.

Der Schrank I D hat 0,43 $m^3$ nutzbaren Kühlraum, einen Eiskasten von 62,5 Litern Inhalt, einen darunter liegenden Schmelzwasserkasten von 27 Litern Inhalt (Verhältnis des Eiskastens zum Nutzraum 1 : 6,9), Isolierung 4 cm Kork. Die erreichten Temperaturen betrugen außen 16 bis 21°, im Innern 6,1 bis 7,8°, der relative Feuchtigkeitsgehalt 87 % im Mittel, der Eisverbrauch bei im Mittel 18,5° außen 13 kg/Tag oder 22,3 kg/$m^3$ Tag im Jahresmittel. Diese hohe Zahl deutet darauf hin, daß der Schrank erheblich zu schwach isoliert ist. Die Wärmeeinstrahlung überwiegt so stark den Einfluß der Lufterneuerung und der Beschickung, daß dieser gar nicht festgestellt werden konnte.

II. Haushaltkühlschränke. Die Hauptabmessungen und Ergebnisse waren folgende:

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Nutzbarer Kühlraum $m^3$ | 0,048 | 0,046 | 0,13 | 0,055 |
| Eiskasten $m^3$ | 0,021 | 0,010 | 0,031 | 0,0176 |
| Fassung an Eis kg | 11 | 6,5 | 20 | 10 |
| Isolierung Deckel cm | 0 | 2,7 | 3,7 | 2 |
| Wände cm | 3,5 | 2,7 | 3,7 | 3 |
| Boden cm | 4,5 | 3,0 | 4,0 | 5 |
| Eiskasten | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nutzraum | 2,3 | 4,6 | 4,2 | 3,1 |
| Eisverbrauch bei 18° außen kg/Tag | 4,1 | 3,5 | 7,2 | 3,7 |
| in kg/$m^3$ · Tag | 85,8 | 76,0 | 55,2 | 67,2 |
| bei 10° (Jahresmittel) in kg/$m^3$ · Tag | 50 | 37,4 | 33,2 | 43,6 |
| bei 18° C außen Innentemperatur | 6 bis 9° | 7,6° | 5,3° | 5 bis 7° |
| Feuchtigkeitsgehalt | 86 % | 85 % | 84 % | 90 b. 94 % |

Bei allen Schränken war der Eiskasten so klein, daß nach 2 Tagen (über Sonntag) nur noch etwa $^1/_4$ der eingefüllten Eismenge vorhanden war, bei Schrank B sogar nichts mehr. Nacht Ansicht von Pohlmann sollte der Eiskasten ein Drittel des gesamten Innenraumes einnehmen, also $\frac{\text{Eiskasten}}{\text{Nutzraum}} = \frac{1}{2}$. Die Isolierung aller geprüften Schränke ist sehr schwach. Am günstigsten arbeitete der Obereisschrank C, was wohl schon in seinen größeren Volumen begründet ist.

Interessant sind die Ausführungen des Gutachters über die Höhe der Luftfeuchtigkeit in Kühlräumen. Trotzdem in den Räumen I A und I B eine Feuchtigkeit von im Mittel 92 bezw. 91 % herrschte, habe sich das Fleisch besonders auch in der warmen Jahreszeit sehr gut gehalten und sei nicht schmierig geworden. Werte von 75 % und noch bedeutend darunter, wie bei maschinellen Anlagen festgestellt, verlange die Güte des Fleisches nicht, sondern solche Feuchtig-

keitsgrade beruhen auf der Eigenart der maschinellen Kühlung und rühren her von der früher gebräuchlichen Kühlung mit langen Betriebspausen. Die Frage, welcher Feuchtigkeitsgehalt der Luft höchstens gehalten werden darf, ohne daß das Fleisch verdirbt, ist auch für Maschinenkühlung sehr wichtig. Es ist zu hoffen, daß diese Frage bald geklärt werden wird.

Krause.

---

# Zeitschriftenbericht.

## Wissenschaftliche Grundlagen.

**Entwicklung einer allgemein gültigen Formel für die Temperaturabhängigkeit des spez. Gewichtes einheitlicher Flüssigkeiten aus dem Experiment und damit in Zusammenhang stehende Fragen.** Erich Salzwedel. Ann. d. Phys. **5** (1930) 853.

Es gelingt dem Verfasser, eine Gleichungsform zu finden, welche die Temperaturabhängigkeit des spez. Gewichtes chemisch und physikalisch grundverschiedener Flüssigkeiten genau wiedergibt. Aus fünf bekannten Daten über das spez. Gewicht einer Flüssigkeit kann man mit dieser Gleichung den Temperaturverlauf des spez. Gewichtes für den ganzen Bereich der Flüssigkeitsphase berechnen. Die Formel gilt sowohl für Versuchsergebnisse, die unter gesetzmäßig variablem Druck (Druck über der Flüssigkeit immer gleich dem zur Temperatur der Flüssigkeit gehörigen Sättigungsdruck) als auch für solche, die unter einem beliebigen konstanten Druck gewonnen worden sind. Die Formel lautet für Wasser, wenn der Druck über der Flüssigkeit jeweils gleich dem Sättigungsdruck bei der Beobachtungstemperatur ist:

$$s_t = s_{20} - 10^{-3} \cdot \left[ 1{,}00 + \sqrt{56{,}75^2 - (0{,}025 \cdot t - 56{,}758)^2} \right] \left[ \sqrt{\vartheta - 20} - \sqrt{\vartheta - t} \right]$$

darin bedeutet $s_t$ das spez. Gewicht bei der Temperatur $t^0$ C, $s_{20} = 0{,}99823$ das spez. Gewicht bei 20°C und $\vartheta = 374^0$, die kritische Temperatur. Damit erhält man für die kritische Dichte den Wert 0,393, der sehr gut mit dem experimentell gefundenen Wert für die obere kritische Dichte übereinstimmt. Die Formel wird weiter mit gutem Erfolg auf verschiedene andere Flüssigkeiten angewandt. Die für die kritische Dichte erhaltenen Ergebnisse führen zu Versuchen mit Methylalkohol, welche die Zweifel an der Richtigkeit der Andrews- van der Waalschen Identitätstheorie für den kritischen Zustand bestätigen.

E.

**Neue Temperaturfixpunkte.** Otto Redlich und Gustav Löffler. Zeitschr. für Elektrochemie und angew. phys. Chemie. **36** (1930) 716.

Zur genauen Eichung von Thermoelementen, die bei Temperaturen in der Nähe der Zimmertemperatur verwendet werden sollen, war es nötig, neue Temperaturfixpunkte zu suchen. Es ist den Verf. gelungen, neben dem schon bekannten Umwandlungspunkt des Natriumsulfats (feste Phasen: $Na_2SO_4$; $Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$; Umwandlungstemperatur: 32,383 $+0{,}001^0$) weitere drei Fixpunkte zu ermitteln und die Arbeitsweisen zur sicheren Einstellung dieser Temperaturen anzugeben. Es wurde gefunden:

1. Die Temperatur des Umwandlungspunktes mit den festen Phasen: $NaNO_3$; $Na_2SO_4 \cdot 10\,H_1O$ (Glaubersalz) $NaNO_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot H_2O$ (Darapskit) zu 13,154°C mit einem mittleren Fehler von $0{,}0011^0$.
2. Die Temperatur des Umwandlungspunktes mit den festen Phasen: $Na_2SO_4$; $Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$; NaCl zu $17{,}878^0$ C mit einem mittleren Fehler von $0{,}0022^0$.
3. Die Temperatur des Eutektikums des Kaliumchlorids mit Eis zu $-10{,}646^0$ C mit einem mittleren Fehler von $0{,}0025^0$.

Die Temperaturen wurden mit einem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geeichten Platinwiderstandsthermometer gemessen. E.

## Kältemaschinen.

**Die Motoren- und Kühlanlage des Motorschiffes „Johan van Oldenbarnevelt"** von E. Luchsinger und W. Gysin. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1930, Heft 47.

Die Kühlanlage ist von Gebr. Sulzer, Winterthur hergestellt. Gekühlt werden 19 Kühlräume und Kühlschränke von 540 m³ Rauminhalt, zwei Trinkwasserbehälter, ein Luftkühler. Ferner werden täglich 100 kg Eis erzeugt. Die Ammoniakmaschine leistet 60 000 kcal/h bei $-15^0$ Verdampfungs- und $45^0$ Verflüssigungstemperatur. Alle Räume werden mit unmittelbarer Verdampfung gekühlt, die Kühlschränke, die Kaltmetzgerei und die Trinkwasserkühler mit Sole. Die stehenden, zweistufigen Verdichter werden im schematisierten Schnitt abgebildet. Die Umlaufzahl liegt zwischen 160 bis 320 je Minute. Die Doppelrohr-Verflüssiger sind auf der Wasserseite gegen Rostbildung mit Kupfer bekleidet. Das Ammoniak- wie das Soleverteilungsnetz werden im Schema gezeigt.

## Kälteverwendung.

**Schnellgefrieren frischer Früchte.** (Quick freezing fresh fruits). Refrigerating World, Oktober 1930.

Im Staate Georgia, dem Mittelpunkte des Pfirsichbaues in den Vereinigten Staaten, ist eine große Anlage zum Gefrieren von Pfirsichen errichtet worden. Bisher konnten die Früchte nicht voll verwertet werden. Sie mußten, um eine längere Verfrachtung überstehen zu können, halbreif gepflückt werden, ohne ihr volles Aroma entwickelt zu haben. Das plötzliche große Angebot drückte die Preise, und die Früchte verschwanden bald vom Markt. Nunmehr können sie sich am Baum zu höchstem Wohlgeschmack entwickeln, werden vollreif geflückt, enthäutet, gehälftet, entkernt, geprüft, geschnitten und in Viertelpfund-Behälter gepackt. Dann wird etwas Zucker und Syrup zugefügt, die Behälter werden verschlossen und durch einen Kanal geführt, in dem die Früchte bei einer Temperatur von $-37^0$ rasch gefrieren. Die Behälter bleiben bis zum Verbrauch im Kaltlager. Nach dem Auftauen sollen die Pfirsiche das Aussehen und volle Aroma frischer Früchte haben.

**Die Vermeidung der Verfärbung gefrorener Früchte.** (Eliminating discoloration in frozen fruit) M. A. Joslyn. Refrigerated Food Section of Electric Refrigeration News, 8. Oktober 1930.

Gärung, Schimmelbildung, Säuern und Veränderungen, die auf anaerobe Atmung der Früchte zurückzuführen sind, können durch baldiges Abkühlen und rasches Gefrieren vermieden werden, nicht dagegen das Nachdunkeln der Gewebe, die Zerstörung der Farbe und die Bildung störender Gerüche, die auf Oxydationserscheinungen, bei mangelnder Verpackung, zurückzuführen sind. Diese Oxydation tritt selbst bei einer Lagerung bei —23° C auf. Während die frischen Früchte der Oxydation widerstehen, tun dies gefrorene Früchte, deren Gewebe durch das Gefrieren zerstört ist, und deren Zelleninhalt durcheinander gemischt ist, nicht.

Oxydation kann nur eintreten, wenn folgende 4 Stoffe innerhalb desFruchtfleisches zusammen kommen: 1. Luft bezw. Sauerstoff, 2. Oxygenase, die Sauerstoff aufnimmt und organische Peroxyde bildet, 3. Peroxydase, die den Sauerstoff von dem Peroxyd an die oxydierbaren Verbindungen überträgt und so den Oxydationsvorgang beschleunigt, 4. Chromogen, ein tannoider Stoff, der beim Oxydieren braun wird. Bei frischen, also lebenden Früchten, scheinen diese Stoffe nicht alle gleichzeitig im selbem Zellenteil vorhanden zu sein. Durch den Tod beim Gefrieren verliert das Protoplasma seine wahlweise Durchlässigkeit, so daß sich die oben genannten Stoffe miteinander mischen und Oxydation mit den sich daraus ergebenden Veränderungen zustande kommt. Die Verfärbung entsteht bereits in den gefrorenen Früchten, macht sich aber erst nach dem Auftauen stärker bemerkbar. Sie tritt in der Nähe der Samenkörner, der Haut und besonders in den Gefäßbündeln auf.

Nicht bei allen Früchten verändern sich Farbe und Geruch, so nicht bei Feigen, blauen Weintrauben, schwarzen Kirschen, Pflaumen, Persimmons, Ananas und Melonen. Beeren baben kein sehr wirksames Oxydationssystem, und bei ihnen ändert sich mehr der Geschmack als die Farbe. In Luft gefrorene Aepfel, Aprikosen, Pfirsiche, Birnen und helle Kirschen, Pflaumen und Weintrauben verändern Geschmack und Farbe. Aepfel werden rasch braun, Aprikosen und Pfirsiche dunkeln langsamer, aber stärker und können fast schwarz werden.

Die Verfärbung kann verhindert werden 1. durch Zerstörung der Enzyme durch Erhitzen, 2. durch Verpacken der Früchte unter Luftabschluß oder durch Eintauchen in Syrup; oder 3. durch Behandlung der Früchte mit einer Lösung von schwefliger Säure oder anderer zulässiger Stoffe. Man hat bereits früher mit dem unter 3 genannten Verfahren bei geschälten und zerschnittenen Aepfeln gute Erfahrungen gemacht, doch für Pfirsiche und Aprikosen ist das zweite Verfahren vorzuziehen, wenn die Früchte in kleinen Behältern verpackt und nicht für Backwaren bestimmt sind. Die Oxydase der Früchte wird bei 72° bis 82° C bei genügend langer Erhitzung zerstört. Ist die Einwirkungsdauer zu kurz, so verfärbt sich der nicht genügend erwärmte Bereich. In Syrup gefrorene Früchte verfärben sich erst nach dem Auftauen, dann aber rasch und nicht nur sie, sondern auch der Syrup. Wenn aber der Syrup rasch mit Dampf oder heißem Wasser aufgetaut wird, so daß die Enzyme unwirksam gemacht werden, tritt keine Verfärbung auf. Im Vakuum verpackte Früchte bleiben nicht ganz frei von Oxydation während des Auftauens, namentlich, wenn sie ein stabiles Peroxyd enthalten, da immer Spuren von Luft verbleiben. Man kann die Oxydation stark vermindern, wenn man die Früchte vor dem Evakuieren in Syrup taucht. — Beim Einfrieren in Syrup behält das Gewebe aus nicht bekannten Gründen seinen Zustand besser als beim Einfrieren mit Zucker.

Der Verfasser behandelt weiter die Frage nach dem Grunde des Absterbens der Gewebe beim Gefrieren. Es kann sich nicht nur um die Wirkung des Austrocknens handeln; denn wie Prof. Chandler gezeigt hat, überlebt Blütenstaub in trockenem Zustande sehr tiefe Abkühlung, im nassen aber nicht. (Auch die Versuche von P. Gilbert Rahm mit Bärentierchen, Tardigraden usw. haben gezeigt, daß diese Tiere im eingetrockneten Zustand sehr tiefe Temperaturen schadlos ertragen, aber nicht im feuchten). Kr.

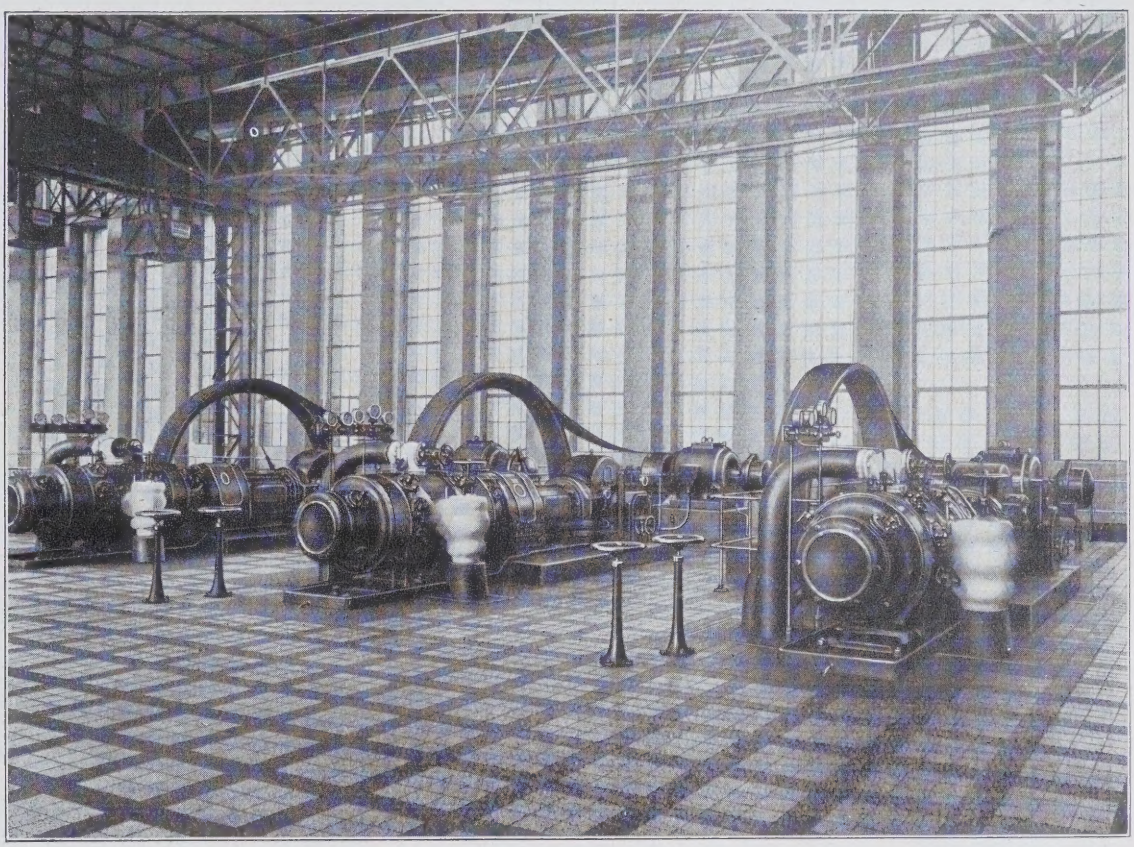
**Kühlung eine Notwendigkeit für die Zuckerwarenindustrie.** (Refrigeration an essential in candy manufacture) von Tresper Clarke. Refrigerating Engineering, Oktober 1930.

Die Schokolade wird geschmolzen und mit Wasser auf etwa 4° über den Schmelzpunkt gekühlt, gelangt in die Gießmaschine und wird mit einer Temperatur von etwa 1° oberhalb des Schmelzungpunktes über die Kerne gegossen, die eine Temperatur von etwa 22° haben und etwas Wärme aufnehmen. Die Pralinen werden auf einem Drahtriemen weitergefördert, wobei die überschüssige Schokolade abfließt. Dann kommen die Stücke auf einen Riemen, der sie durch einen Kanal führt, in dem der Guß erstarrt, da er durch kalte Luft auf etwa 22° abgekühlt wird. Die Temperatur der flüssigen Schokolade am Anfang der Gießmaschine wird genau geregelt, denn von ihr hängen die Zähigkeit und damit die Fließgeschwindigkeit, die Dicke der Schokoladenschicht und somit die Selbstkosten und auch die zu kühlende Schokoladenmenge ab. Die letzten aber beeinflußt die erforderliche Menge kalter Luft, die durch eine von der Temperatur der austretenden Luft gesteuerten Automatik geregelt wird. Die Luft tritt in den Kanal mit +9 bis 10° und einen relativen Feuchtigkeitsgehalt von 75% ein.

Gewisse Konfekte sollen hart, aber fein kristallinisch sein; sie werden erzeugt durch schroffes Abkühlen einer unterkühlten Zuckerlösung (Sucrose), in die feine Zuckerkristalle eingestreut werden.

Manche geleeartige Konfitüren werden in eine Form aus Stärkemehl gegossen und geben ihre Feuchtigkeit an die Stärke ab, die sie wieder an die gekühlte und getrocknete Luft weiter gibt. Das Stärkemehl wird nach Gebrauch in einem beheizten Raum getrocknet. In die rotierenden Maschinen zur Herstellung mit Schokolade überzogener Tabletten (Dragés) wird kalte Luft eingeblasen, wodurch die Leistungsfähigkeit erheblich gesteigert wird. Der Ueberzug wird dann glänzend. — Wenn Mandeln, Nüsse und dergl. in größerer Menge geröstet werden, besteht die Gefahr des Anbrennens, auch wenn nach Erreichen des richtigen Zustandes die Heizung abgestellt wird. Die Mandeln werden daher durch einen gekühlten Kanal geschüttet oder es wird kalte Luft durch den Haufen geblasen. Durch dies letztere Verfahren wird das Ranzigwerden des

# LINDE



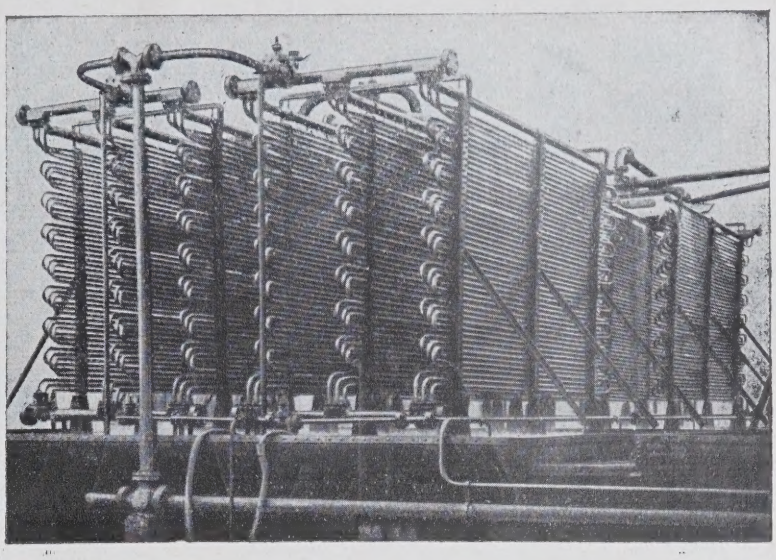
**EIS- UND KÜHLMASCHINEN**
**jeder Größe für alle Verwendungszwecke**

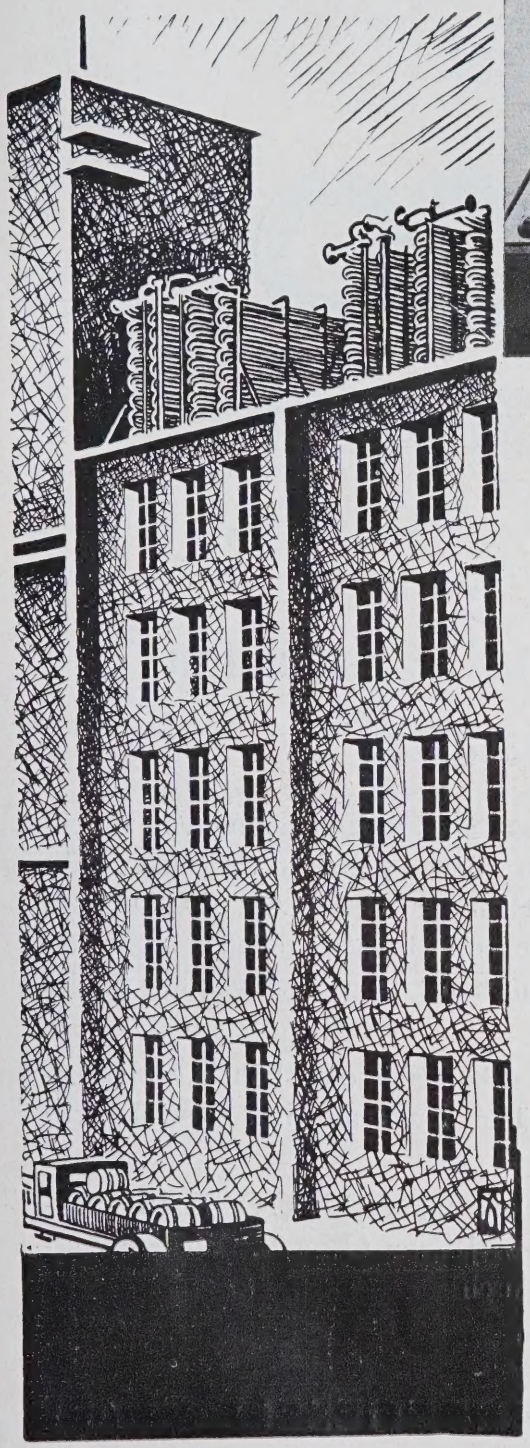
**Über 11300 Großkältemaschinen jeder Art geliefert**

Insbesondere für:
Brauereien, Eisfabriken, Chemische Werke, Schlachthöfe, Kühl- und Gefrierhäuser, Margarine- und Schokoladefabriken, Sauerstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffwerke usw.

**Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG**
**Wiesbaden**

EXPANSIT
EXPANSITKORKSTEIN
SCHÜTZT KÜHLANLAGEN GE
GEN KÄLTEVERLUSTE UND
IST FÄULNISFEST
GRÜNZWEIG & HARTMANN GMBH
KORKSTEIN- UND ISOLIERMITTELFABRIK - LUDWIGSHAFEN A. RH
Niederlassungen: Berlin • Dresden - Düsseldorf - Frankfurt a. M
Hamburg - Kassel - Leipzig - München - Nürnberg - Stuttgart
BINDER





# KÜHLSCHLANGEN
## AUS NAHTLOSEN STAHLRÖHREN

Als Sonderheit liefern wir mit einem verhältnismässig geringen Aufpreis Kühlschlangen und auch Rohrschlangen für jeden anderen ähnlichen Verwendungszweck aus nahtlosen Röhren von unserem gekupferten Flußstahl. Dieser Stahl ist bekanntlich gegen Witterungseinflüsse erheblich widerstandsfähiger als gewöhnlicher Flußstahl und deshalb besonders auch in Industrie-Gegenden zu empfehlen. Er hat weiter die Eigenschaft, dass Farbanstriche viel besser an ihm haften, wodurch wesentlich geringere Anstrich-Erneuerungskosten entstehen als bei gewöhnlichem Flußstahl

# VEREINIGTE STAHLWERKE
## AKTIENGESELLSCHAFT
## VERKAUF STAHLRÖHREN
## DÜSSELDORF POSTFACH 320a

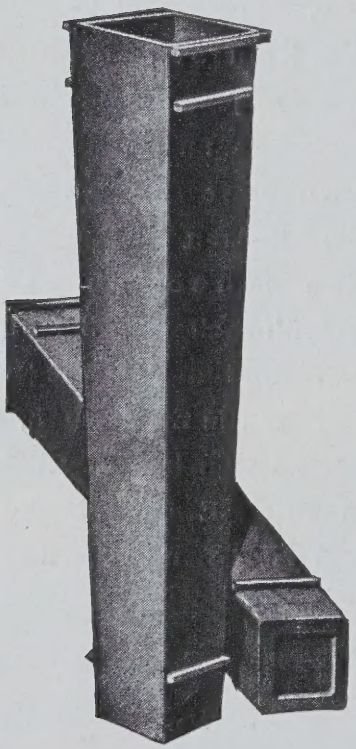
L 1256/70
2553

# EISZELLEN

## aus

# ARMCO

## EISEN



Der bewährte Werkstoff
Die verbesserte Konstruktion
Zwei Jahre Garantie

Die häufige und kostspielige Erneuerung von durchgerosteten Eiszellen können Sie jetzt vermeiden. Wir stellen unsere Eiszellen aus reinem ARMCO Eisen her, das im praktischen Gebrauch von allen rostwiderstandsfähigen Metallen die längste Bewährung hinter sich hat.

Eine neuartige Bodenkonstruktion erhöht die Haltbarkeit. Die Bodennähte liegen an einer geschützteren Stelle.

Für unsere Eiszellen aus ARMCO Eisen übernehmen wir eine zweijährige Garantie. Weitere Auskunft und Preise durch:

VEREINIGTE STAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT

EICHENER WALZWERK KREUZTAL (KR. SIEGEN)

Achten Sie bitte auf diese beiden wohlbekannten Schutzmarken. Sie bürgen für bewährtes Material, sorgfältige Verarbeitung und solide Konstruktion.

Nußöles erheblich vermindert. Die Entwicklung schädlicher Insekten in den Lagerräumen wird durch Kühlung verhindert. — Das ganze Gewerbe leidet schwer unter den starken Schwankungen des Bedarfes, der vor Weihnachten seine größte Stärke hat. Man kann die Produktion einigermaßen gleichmäßig über das ganze Jahr verteilen, wenn man entsprechende Lagerräume einrichtet. Es hat sich gezeigt, daß die meisten Konfitüren 6 bis 12 Monate frisch gehalten werden können, wenn sie bei 7° C und nicht über 75% Feuchtigkeit der Luft lagern. Für kurze Lagerdauer darf die Temperatur auf 15 bis 20° steigen. Die Luft muß so trocken sein mit Rücksicht auf die hygroskopischen Eigenschaften mancher Schokoladen. Zucker absorbiert Feuchtigkeit aus noch trocknerer Luft. Daher müssen Bonbons in luftdicht abgeschlossenen Glasgefäßen aufbewahrt werden. Es muß aber dafür gesorgt werden, daß die Waren beim Ausbringen aus dem kalten Lagerraum erwärmt werden, damit sich auf ihnen kein Feuchtigkeitsniederschlag bilden kann. — Sehr groß ist der Kältebedarf der Arbeitsräume, in denen sich oft viele Menschen aufhalten, und die mit gekühlter und getrockneter Luft versorgt werden. Räume, in denen eine konstante Temperatur aufrecht erhalten werden soll, sind zu isolieren.

Kr.

**Neuzeitliche Eisfabrik in New York.** (Modern New York City ice plant). Ice and Refrigeration, November 1930. Eingehende Beschreibung einer Eisfabrik für eine Leistung von 500 t pro Tag, die für die Knickerbocker Ice Co. errichtet worden ist.

Es sind 6 liegende Vilter-Kompressoren angeordnet, von denen je zwei in Zwillingsanordnung von einem 400 PS Synchronmotore, (n = 90) angetrieben werden, dessen Rotor auf der Kompressorwelle sitzt. Zur Verflüssigung des Ammoniaks dienen 5 liegende Röhrenkesselverflüssiger, je 42" = 106 cm im Durchmesser und 17 Fuß = 5,2 m lang, von denen jeder 172 Röhren von 50 mm ⌀ enthält. Unter ihnen liegen 3 Flüssigkeitsaufnehmer von 24" = 590 mm Durchmesser und 18 Fuß = 5,5 m Länge. Die 6 Eiserzeuger sind auf 2 Stockwerke verteilt. Sie enthalten zusammen 5340 Zellen zu 300 Pfund und je 2 Röhrenkessel als Solekühler mit insgesamt 22200 $sq \cdot ft$ = 2063 $m^3$ innerer Oberfläche. Schwimmer sorgen für konstante Flüssigkeitshöhe des Ammoniaks in den Solekühlern. Die Flüssigkeitsnachkühler sowie die Vorkühler für das Gefrierwasser werden mit Ammoniak bei höherem Verdampfungsdruck gekühlt, und nehmen etwa 17% des gesamten Kältebedarfes in Anspruch. Die Kompressoren sind so eingerichtet, daß 3 Zylinder je nach Bedarf aus Hochdruck- oder Niederdruckverdampfern saugen können. In das Wasser der Eiszellen wird Luft mit einem Druck von weniger als 0,14 atü durch Pendelrohre eingeblasen. Die Anlage ist mit den nötigen Sicherheitsvorrichtungen versehen. Insbesondere löst zu hoher Verflüssigungsdruck Warnungssignale aus. Werden diese nicht beachtet, so werden die Verdichter bei weiterem Ansteigen des Druckes ausgeschaltet. Auch beim Versagen der Schmiervorrichtung ertönt ein Signal. Der Aufsatz ist mit zahlreichen interessanten Abbildungen ausgestattet.

**Das Schnellverfahren zum Kühlen und Gefrieren von Fisch und Fleisch in zerstäubter Sole.** (Rapid chilling and freezing of fish and meat in atomised brine.) Von M. T. Zarotschenzeff. Ice and Cold Storage, August, September, Oktober, November 1930.

Der Verfasser setzt die Technik seines Verfahrens auseinander. Die zu kühlenden bezw. zu frierenden Gegenstände werden mit fein zerstäubter Sole berieselt. Im letzten Teil der Arbeit wird gezeigt, daß dieses Verfahren sich mit Vorteil zum Gefrieren kleiner Fleisch- und Fischstücke innerhalb der Verpackung verwenden läßt, also mit dem Verfahren von Birdseye in Wettbewerb treten kann. Kr.

## Verschiedenes.

**Reinigungsverfahren für Kühlsolen.** Albert Fischer. Kälte-Industrie, November 1930.

Es wird vorgeschlagen, verschmutzte Sole durch einen Alfa-Laval-Zentrifugal-Reinigungs-Separator zu schicken, in dem der Schmutz ausgeschieden wird.

# Bücherbericht.

**Die Zustandsgrößen des Sauerstoffs bei tiefen Temperaturen mit Diagrammen.** Von Fritz Schmidt. Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Heft 339. V. D. I. Verlag, Berlin 1930.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, die in der Literatur zerstreuten Angaben über die thermischen Grössen des Sauerstoffs zu sammeln, danach eine Zustandsgleichung aufzustellen und daraus praktisch brauchbare Diagramme zu entwickeln. Von einer derartigen Zustandsgleichung verlangt man, daß sie die Erfahrungswerte genau wiedergibt und daß sie einfach gebaut ist, d. h. daß sie möglichst wenig Zahlenbeiwerte enthält, sich nach möglichst vielen Zustandsgrößen auflösen und einfach differenzieren läßt, also einfache Ausdrücke für die thermischen Größen ergibt; wenn sie sich dann noch theoretisch einleuchtend begründen läßt, desto besser. Leider steht jedoch die Forderung nach Genauigkeit in Gegensatz zu der nach Einfachheit, und bis jetzt hat man noch immer ein Kompromiß schließen müssen. Dabei ist zu beachten, daß die Aufgabe für die sogenannten „permanenten" Gase viel schwieriger ist als z. B. für die als Kältemittel verwandten Stoffe, weil das für die Technik wichtige Temperatur- und Druckgebiet viel umfangreicher ist. Der Verfasser hat den Hauptwert auf die Genauigkeit gelegt und dafür eine verhältnismäßig verwickelte Form in Kauf nehmen müssen, die für die praktische Rechnung reichlich unbequem ist und die notwendigen Differentiationen nur auf zeichnerischem Wege gestattet. Dem Ingenieur, der die Arbeit benutzt, kann das allerdings ziemlich gleichgültig sein, denn er will ja ohnedies nicht mit der Gleichung rechnen, sondern die Werte für die Zustandsgrößen fix und fertig aus den Tafeln abgreifen; für den Verfasser, der hunderte von Kurvenpunkten berechnen mußte, bedeutete es aber eine ungeheure Arbeitslast. Er hat sich dieser Mühe offenbar mit großem Fleiß unterzogen und als Ergebnis die folgenden Tafeln

aufgezeichnet: p — v —, $c_p$ — t —, T — s — und i — s — Schaubild, und zwar für Drücke zwischen 1 und 150 ata und Temperaturen zwischen — 200 und + 200 ° C.

Infolge der kleinen Wiedergabe im Druck kann leider die vorhandene Genauigkeit für das praktische Arbeiten nicht ausgenutzt werden, und es ist schade, daß offenbar die wirtschaftlichen Verhältnisse nicht gestattet haben, einen größeren Maßstab anzuwenden und so die viele Mühe des Verfassers dem Benutzer des Werkes voll zu gute kommen zu lassen; auch haben sich bei der Verkleinerung leider sehr unrunde Maßstäbe ergeben (z. B. 1 kcal ≙ 0,83 mm!).

Soviel dem Berichterstatter bekannt geworden ist, liegen jetzt praktisch verwendbare thermodynamische Schaubilder für folgende Stoffe vor: $H_2O$, $NH_3$, $CO_2$, $SO_2$, $CH_4$, $CH_3Cl$, $H_2$ und Luft. Diesen schließen sich die Schmidtschen Schaubilder für $O_2$ würdig an und füllen so eine schmerzlich empfundene Lücke aus. Es ist zu hoffen, daß sich für die noch fehlenden technisch wichtigen Gase auch bald Bearbeiter finden, vor allem für $N_2$ und CO.

Seligmann.

**Die Unfall- und Gesundheitsgefahren der Kältemaschinen.** Im Auftrage des Technischen Ausschusses der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene unter Mitwirkung von Gewerberat Blatter-Berlin, bearbeitet von J. Wenzel, Oberregierungs- und Gewerberat. 74 Seiten, 25 Abb., Verlag Julius Springer, Berlin, Preis geheftet 6,90 RM.

Es ist nicht zu leugnen, daß mit dem Betriebe von Kältemaschinen immerhin eine gewisse Gefahr verbunden ist, die auf das denkbar geringste Maß herabzudrücken eine wichtige Aufgabe aller Beteiligten bleibt. Daher ist zu begrüßen, daß die Verfasser über die Unfälle, die sich im Laufe der Jahre ereignet haben, berichten, die Ursachen angeben und so dazu beitragen, in Zukunft die Sicherheit zu erhöhen. Es werden die Explosions- und Feuersgefahr sowie die Gesundheitsgefahren, insbesondere die der Schädigung durch Einatmen von Kältemittel behandelt, wobei auf die ziemlich ausgedehnte Literatur eingegangen wird, ferner die mit den Arbeiten in Kühlräumen verbundenen Gefahren. Auf die Gefahren bei der Aufstellung, der Inbetriebsetzung, die Notwendigkeit von Druckproben und Sicherheitsvorrichtungen wird hingewiesen. Sehr zu begrüßen ist die wörtliche Wiedergabe der in Betracht kommenden behördlichen Verfügungen, der russischen amtlichen Vorschriften, sowie der Unfallverhütungsvorschriften, die die Berufsgenossenschaften sowie der Verband für Kältemaschinen ausgearbeitet haben.

Die Verfasser besprechen eingehend die Konstruktion und Wirkungsweise der Kältemaschinen. Es kann leider nicht verschwiegen werden, daß in diesem technischen Teil zahlreiche und grobe Irrtümer unterlaufen sind. Eine Ueberarbeitung dieses Teiles durch einen Kältetechniker ist unbedingt erforderlich.

Krause.

**Neue Kataloge.**

Die Firma Alfred Teves, Frankfurt a. Main zeigt und beschreibt auf einzelnen gut ausgeführten Blättern und kleinen Heften die verschiedenen Typen ihrer automatisch arbeitenden Ate-Maschinen und die entsprechenden Kühlschränke unter genauer Angabe der Abmessungen und der Ausführungsart. Ein buntes Blatt zeigt den Einbau der Maschine in einen Fleischkühlraum.

**Wärmetechnisches Meßwesen auf Schiffen.** 40 Seiten, 36 Abbildungen, 3 Tafeln. Herausgegeben von der Siemens & Halske A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Die mit zahlreichen Bildern ausgeführter Anlagen und mehreren Plänen versehene Druckschrift gibt einen umfassenden Ueberblick über die Art der auf Schiffen notwendigen wärmetechnischen Messungen, über die Hilfsmittel zur Messung sowie über die bei verschiedenen Arten von Schiffen gemachten Erfahrungen. Besonders aufschlußreich sind eine Anzahl von Diagrammen, auf denen der Verlauf verschiedener Meßgrößen im Betriebe festgehalten ist. Die beigefügten Meßstellen-Pläne stellen für den Schiffsbau-Ingenieur ein wertvolles Hilfsmittel bei der Projektierung dar.

# Kleine Mitteilungen

Nach einer Angabe von D. H. Killeffer der Dry Ice Corperation of America wurde das erste Pfund **Trockeneis** im Jahre 1925 hergestellt. 1929 wurden 15000 t geliefert, 1930 dürfte der Verbrauch 30000 t betragen, wenn man von den ersten 6 Monaten auf das ganze Jahr schließen kann. Der Verbrauch von fester Kohlensäure wird dann größer sein als derjenige von flüssiger.

**Gefrorener Weintraubensaft.** In Lodi, Kalifornien, wurde eine Anlage errichtet, welche täglich 30000 Gallonen = 136000 Liter nach einem Schnellverfahren einfrieren kann. Die Anlage enthält 8 stark isolierte Kühlräume je 27 × 6 × 5,5 m, von denen jeder 10000 Behälter von je 45 Liter Weintraubensaft aufnehmen kann. Der Saft wird durch eine Anzahl Kühler rasch um 17° heruntergekühlt. Die Metallgefäße werden automatisch gefüllt und gewogen, werden durch einen kalten Luftstrom weiter gekühlt bezw. ausgefroren und kommen dann in die Lagerräume, die zwischen — 18 und — 6° gehalten werden. Dieser schnell gefrorene Saft soll Geruch und Geschmack auch durch jahrelanges Lagern nicht verändern, und nach dem Auftauen wie frischer schmecken.

**Gefrorener Orangensaft.** In Chicago wurden innerhalb 6 Monaten 35000 Gallonen = 160000 Liter gefrorener Orangensaft verkauft, der wegen seines Gehaltes an Vitamin C besonders gern Kindern gegeben wird. Die gewaschenen Früchte werden durch Maschinen in Hälften geschnitten, ausgepreßt, der Saft wird bei — 15° gefroren und zwar in verzinnten Behältern von 27 oder in Fässern von 136 Litern Inhalt. Die Gefäße werden in Salz-Eis-Gemisch versandt. Nach dem Auftauen hat der Saft wieder sein ursprüngliches Aroma. Es werden dem Saft keinerlei Zusätze zugefügt.

Die Dry-Zero Corporation, Chicago, bringt **Korkplatten** in den Handel, die in geruchloses, wasserdichtes Asphaltpapier eingeschlagen sind. Das Papier wird unter Hitze und Druck herumgelegt. Der Zweck ist offenbar die Erzielung geringster Luftdurchlässigkeit. Die Platten kommen in erster Linie für Kühlschränke in Betracht.

**Trockeneis aus den Tropen.** Beim Bohren nach Erdöl stieß, wie »Power« vom 9. September berichtet, die Globe Petroleum Co. im Quebracho-Gebiet von Mexiko auf eine Kohlensäurequelle, der anscheinend unerschöpfliche Gasmengen mit einem Druck von 70 at entströmen. Nachdem das Gas jahrelang ungenutzt geblieben war, hat vor einiger Zeit die Compania Industrial de Carbone, S. A., eine Tochtergesellschaft der Carbonic Products Co. in New York, an Ort und Stelle eine Anlage errichtet, die bis zu 18000 kg feste Kohlensäure täglich erzeugen kann, obgleich die vorhandene Gasmenge genügen würde, um das Hundertfache dieser Menge zu gewinnen. So konnte sich am 5. August d. Js. das interessante Schauspiel vollziehen, daß der Dampfer »Panuco« die erste Ladung von 180000 kg fester Kohlensäure, zwischen 30 cm dicken Korkplatten verpackt, in dem Hafen von Tampico aufnahm, um sie nach dem viel kälteren New York zu befördern.

(V. D. I.-Nachrichten).

# Patentbericht.

## Anmeldungen.

17a, 3. S. 87812. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Kompressions-Kältemaschine. 10. 10. 28.

17a, 4. R. 40.30. Josef Rettschnick, Köln, Weyerstraße 81. Selbsttätig regulierende Drosselvorrichtung in der Hauptsache für Kälteanlagen. 11. 3. 30.

17a, 6. Sch. 88730. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 15, Pariser Str. 32. Verfahren zum Kühlen von Flüssigkeit enthaltendem Kühlgut. 15. 12. 28.

17a, 8. P. 56851. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm Verfahren zum Betrieb von Absorptionskälteapparaten. 11. 1. 28. V. St. Amerika 15. 11. 27.

17a, 8. P. 92.30. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Fördervorrichtung für Lösungen. 31. 3. 30. V. St. Amerika. 9. 4. 29.

17a, 8. P. 170.30. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm, Schweden. Kontinuierlich mit druckausgleichendem Gas arbeitender Absorptionkälteapparat. 25. 8. 30.

17a, 10. H. 121348. Bruno Holzhüter, Heidelberg. Fahrtgasse 14. Absorptionskältemaschine. 24. 4. 29.

17a, 13. K. 115093. Paul Knür, Hamburg, Grindelhof 43. Kesselverdampfer. 7. 6. 29.

17a, 13. S. 25.30. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Verdampfer für Kälteerzeugungsanlagen. 1. 2. 30.

17a, 2. A. 59441. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz. Stopfbüchsenloser Kompressor, insbes. für Kältemaschinen. 28. 10. 29.

17a, 9. D. 55320. Deutsche Gasglühlicht-Auer-Ges. m. b. H., Berlin O 17, Rotherstraße 16—19. Förderung von Lösungsmitteln aus Verdampfern von periodisch arbeitenden Absorptionskältemaschinen. 26. 3. 28.

17c, 2. W. 81248. August Wiegardt, Odense, Dänemark; Tragbare Kühlvorrichtung. 14. 12. 28. Dänemark 7. 1. 28.

17c, 4. A. 55.30. Ludwig Arnold, Friedberg, Bayern. Absperrventil für Be- und Entlüftungsanlagen für Kühlräume. 12. 3. 30.

17g, 2. F. 62895. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Abteilung Gasverflüssigung, Höllriegelskreuth bei München. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen; Zus. z. Pat. 490878. 22. 1. 27.

17g, 2. F. 66427. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Abteilung Gasverflüssigung, Höllriegelskreuth bei München. Verfahren zur Ausscheidung von Wasserdampf; Zus. z. Pat. 490878. 14. 7. 28.

17a, 16. B. 75.30. A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Oelabscheider für Gase. 1. 3. 30.

17f, 1. K. 105058. Hans Kock, Jürgen-Wullenwever-Straße 2, und Rudolf Quitt, Kalandstr. 1, Lübeck. Flächenberieselungskühler, insbes. für Bierwürze mit zwei oder mehreren Kühlflüssigkeiten. 14. 7. 27.

17g, 3. P. 60845. Edmond Pierre, Brüssel, Belgien; Vert.: B. Tolksdorf, Pat.-Anw., Berlin W 9. Einrichtung zum Schutz von an Stahlflaschen montierten Hähnen. 25. 7. 29. Belgien 28. 11. 28.

17a, 1. R. 68192. Johannes Valdemar Marten Risberg, Södertalje, Schweden; Vertr.: M. Wagner und Dr.-Ing. G. Breitung Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Kühlanlage mit mehreren Kälteerzeugern. 20. 7. 26.

17b. 8. P. 98.30. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. 20. 5. 30. V. St. Amerika 21. 5. 29.

17a, 9. P. 59317. Perfection Stove Company, Cleveland, Ohio; Vertr: Dipl.-Ing. C. Huß, Patent-Anw., Berlin SW 61. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 27. 12. 28. V. St. Amerika 27. 12. 27.

17a, 4. S. 85245. John Le Roy Shrode, St. Louis, Missouri, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. R. Büchler, Pat.-Anw., Aachen. Expansionsventil für Kältemaschinen. 24. 4. 28.

17a, 8. S. 91676. Dr.-Ingenieur Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Vorrichtung zur Kälteerzeugung. 22. 8. 27.

17a, 13. B. 131759. Raoul Bernat, Bordeaux, Frankreich. Ununterbrochen wirkender Kondensator für Gase und Dämpfe bei Kältemaschinen mit einem das Kondensat sammelnden Behälter. 7. 6. 27. Frankreich 10. 6. 26. und 17. 5. 27.

17a, 13. G. 76316. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Wiesbaden. Wärmeaustauschelement für Verflüssiger und Verdampfer von Kältemaschinen; Zus. z. Pat. 505252. 1. 5. 29.

17a, 13. St. 91.30. J. Stone & Co. Ltd., Deptford, Grafschaft Kent, England. Kompressionskältemaschine. 14. 5. 30. Großbritannien 19. 6. 29.

17g, 2. S. 21.30. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Betriebsverfahren für Gastrennungs-Anlagen. 19. 2. 30.

### Erteilungen.

17a, 10. 512572. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Anlaßvorrichtung für Kälteapparate. 17. 4. 29. P. 60097.

17b, 2. 512573. Crosby Fiel, Brooklyn, New York, V. St. A.; Vertr.: Dr. S. Hamburger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Eiserzeugungsvorrichtung. 13. 7. 29. K. 68786. V. St. Amerika 14. 7. 28.

17b, 3. 512574. Anton Linde und Jakob Schrotz, Köln a. Rh., Gr. Spitzengasse 2—6. Einsatz für Eiszellen zur Aufnahme der schlammigen Ausscheidungen. 20. 1. 29. L. 74004.

17a, 4. 512961. Dipl.-Ing. Josef Ruhland, Budapest-Köbanya; Vertr.: Dipl.-Ing. K. Eisenhart, Pat.-Anw., München. Meß- und Prüfeinrichtung für den Flüssigkeitsumlauf in Kältemaschinen. 7. 8. 29. R. 78863.

17a, 8. 512962. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Verfahren zur Hebung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. 13. 4. 28. P. 57552.

17a, 10. 512963. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Kälteapparat. 17. 4. 29. P. 61787.

17a, 13. 512964. Brown, Boveri & Cie Akt.-Ges., Mannheim. Wärmeaustauschvorrichtung, insbes. für Kältemaschinen. 5. 6. 29. B. 143986.

17g, 2. 513032. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G. Abteilung Gasverflüssigung, Höllriegelskreuth bei München. Umschaltverfahren für Gasgemisch-Zerlegungsanlagen mit Kältespeicher-Umschalt-Wechselbetrieb; Zus. z. Pat. 490878. 20. 4. 29. F. 68204.

17g, 5. 512801. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Grade-Straße 39. Vorrichtung zur Aufbewahrung und zum Transport verflüssigter Gase mit tief liegendem Siedepunkt. 19. 10. 26. G. 76795.

17a, 6. 513756. Dr. Walther Dietrich, Berlin-Wilmersdorf, Weimarische Str. 27, und Dr. Klemens Bergl, Berlin-Friedenau, Südwestkorso 70. Vorrichtung, insbes. zur Ausübung des Verfahrens des Hauptpatentes 498133 zur Erzeugung von Kälte; Zus. z. Pat. 498133. 20. 4. 29. D. 58228.

17a, 1. 514323. Dr.-Ing. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastr. 23. Kältemaschine mit mehrstufigem Kreiselverdichter. 5. 8. 24. K. 90480. V. St. Amerika 7. 8. 23.

17a, 13. 514324. A. Freundlich Maschinenfabrik, Düsseldorf 60. Ueberflutungsverdampfer vornehmlich für Kältemaschinen. 18. 3. 28. F. 65667.

17c, 4. 514177. Hermann Koch, Hannover, Am Bokemahle 4A. Isoliermittel für Kühlanlagen. 4. 7. 28. K. 110163.

17g, 3. 513946. Société pour l'Exploitation des Tubes Electro-Frettés, Paris; Vertr.: E. Lamberts, Patent-Anwälte, Berlin SW 61. Vorrichtung zum Befestigen der längslaufenden Armierungsdrähte bei Flaschen und sonstigen Behältern zur Aufbewahrung und zum Transport von Gasen. 9. 1. 29. S. 89307. Frankreich 9. 1. 28.

### Löschungen.

17a 498963, 439210, 439767, 418501

### Aenderungen.

Aenderungen in der Person, im Namen oder im Wohnort des Patentinhabers:

17a, 8. 491096, 496328, 504216. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann, Dipl.-Ing. E. Jourdan, Dipl.-Ing. W. Paap, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11.

17a, 12. 446592. 17a, 13. 482129. Firma A. Freundlich, Düsseldorf 60, Suitbertusstraße 127 bis 143.

## Gebrauchsmuster.

### Eintragungen.

17a. 1142741. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Absorptionskälteapparat. 26. 7. 26. P. 49230.

17a. 1142742. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Absorptionskälteapparat. 26. 7. 26. P. 49231.

17a. 1142743. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Absorptionskälteapparat. 26. 7. 26. P. 45044.

17a. 1142744. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Absorptionskälteapparat. 26. 7. 26. P. 1964.30.

17a. 1142745. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Absorptionskälteapparat. 26. 7. 26. P. 1965.30.

17a. 1142746. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Absorptionskälteapparat. 26. 7. 26. P. 1966.30.

17a. 1143322. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Kühlkörper für Kälteapparate. 6. 1. 28. P. 48316. V. St. Amerika 9. 9. 27.

17b. 1143640. Gechter & Kühne A.-G., Heidenau, Bezirk Dresden. Speiseeismaschine. 1. 10. 30. G. 2460.30.

17a. 1145026. Sachsenwerk Licht- und Kraft-A.-G., Niedersedlitz-Dresden. Schwimmerventil zur Regelung des Flüssigkeitsspiegels in Gefäßen von Kältemaschinen. 21. 12. 27. S. 67694.

17a. 1145250. Samson-Apparatebau Akt.-Ges., Schielestr. 11—13, und Hermann Sandvoß, Passavantstr. 13, Frankfurt a. M. Thermostatisch beeinflußter Kapselschalter für Kühlanlagen. 20. 10. 40. S. 4767.30.

17a. 1145506. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges, Niedersedlitz-Dresden. Kondensator für Kältemaschinen. 15. 11. 28. S. 71558.

17b. 1145209. Fabrik für Brauerei- und Kältemaschinen-Bedarf Anton Hurtz, Breyell, Bez. Düsseldorf. Eiszelle. 28. 8. 30. H. 3991.30.

17a. 1145923. Willy Hirche, Leopoldshain bei Görlitz in Schlesien. Luftgekühlter Verflüssiger für Kältemaschinen. 6. 9. 30. H. 4127.30.

17a. 1145982. Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz. Einrichtung zur Steuerung der oszillierenden Zylinder einer rotierenden Kältemaschine. 7. 12. 27. A. 46816.

17a. 1146062. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Kühlkörper für die Verdampfer von Kältemaschinen. 3. 8. 26. P. 45091.

17a. 1245063. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Kühlkörper für Verdampfer von Kältemaschinen. 3. 8. 26. P. 1977.30.

17a. 1146064. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm. Abscheider für Absorptionsmitteldämpfe. 28. 12. 26. P. 46037.

17b. 1146312. Leopold Engel, Berlin SW 68, Dessauer Str. 10. Tiefgefrierschrank zur Herstellung von Sahneeis. 14. 8. 30. E. 462.30.

17a. 1146813. Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz. Einrichtung zur Regelung der Zerstäubungsdüse bei stopfbüchsenlosen Kompressoren, insbesondere für Kältemaschinen. 27. 6. 30. A. 1678.30.

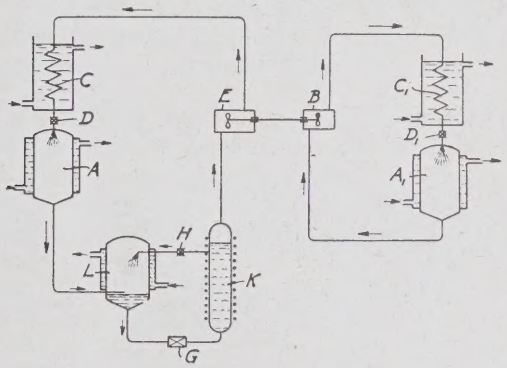
17a. 1146964. Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz. Refrigerator einer rotierenden Kältemaschine. 5. 6. 29. A. 50786.

**Verlängerung der Schutzfrist.**

17a 1142741, 1142742, 1142743, 1142744, 1142745, 1142746, 1145982, 1146062, 1146063, 1146064, 1037575
17d 1114514
17f 1043463, 1018032

## Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 8. 491065. Kälteerzeugungsmaschine nach dem Absorptionsprinzip. Franz Georg Liljenroth in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. Mai 1927 ab.




Patentanspruch:

Kälteerzeugungsmaschine nach dem Absorptionsprinzip, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Kocher *K* und dem Kondensator *C* ein Dampfmotor *E* vorgesehen ist, der durch den vom Kocher kommenden Dampf, ehe dieser verflüssigt wird, angetrieben wird und zum Antrieb des Kompressors *B* einer nach dem Kompressionsprinzip arbeitenden Kälteerzeugungsmaschine dient.

3 weitere Ansprüche.

17a, 1. 491093. Verfahren zur Kondensierung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren. Dipl.-Ing. M. Hirsch in Frankfurt a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 8. Juni 1928 ab.

Patentansprüche:

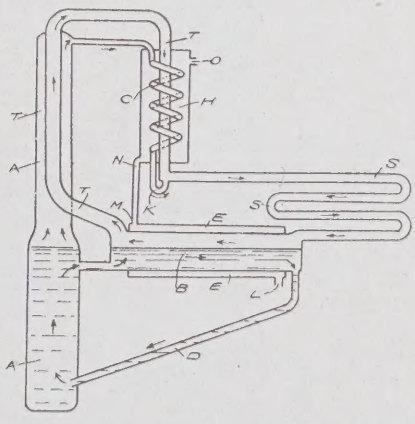
1. Verfahren zur Kondensierung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren bei Kältemaschinen für den Fall, daß die verfügbare Frischwassermenge ein Vielfaches der im Berieselungskondensator verdunstenden Menge beträgt, jedoch zur Aufnahme der Kondensationswärme bei einmaligem Durchgang nicht ausreicht, das Kühlwasser daher in Umlauf gehalten und rückgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das zu verflüssigende Gas auf zwei getrennte Verdichtungsvorrichtungen bei Verdichtungskältemaschinen oder zwei getrennte Kocher bei Absorptionskältemaschinen und zwei getrennte Kondensatoren verteilt wird, wovon die eine Verdichtungsvorrichtung bzw. der eine Kocher mit zugehörigem Kondensator in üblicher Weise mit Kühlwasserumlauf, die andere Verdichtungsvorrichtung bzw. der andere Kocher mit zugehörigem Kondensator nur mit Frischwasser arbeitet.

2. Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, angewendet bei Kompressionskältemaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Verdichtungsvorrichtung durch die eine, die andere Verdichtungsvorrichtung durch die andere Seite eines doppeltwirkenden Verdichters gebildet wird.

17a, 6. 491094. Verfahren zur kontinuierlichen Kälteerzeugung. Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 27. März 1928 ab. Von dem Patentsucher ist als der Erfinder angegeben: Erich Kindermann in Berlin-Reinickendorf.

Das Verfahren vorliegender Erfindung besteht darin, zur Durchführung eines kontinuierlichen und geschlossenen Kreisprozesses die Kältemitteldämpfe durch Schleuderwirkung aus einem Hilfsgas zu entfernen, indem das Gasdampfgemisch in einer Schleudertrommel mit hoher Umlaufgeschwindigkeit nach ihren spezifischen Gewichten getrennt wird. Die Trennung erfolgt in der Weise, daß sich bei entsprechendem Zentrifugaldruck das Kältemittel verflüssigt.

17a, 8. 491095. Absorptionskälteapparat bei dem ein druckausgleichendes Hilfsmittel verwendet wird. Anton Edwin Anderson in London, Guido Maiuri in Turin und Raoul Felice Bossini in Pump Lane, England. Patentiert im Deutschen Reiche vom 16. Februar 1926 ab.[1])




Patentansprüche:

1. Absorptionskälteapparat, bei dem ein druckausgleichendes Hilfsmittel verwendet wird, das durch Zuführung von weiteren Wärmemengen außer der aus dem Absorptionsvorgang herrührenden Wärme und durch Abführung dieser Wärmemengen in Umlauf versetzt wird und bei dem dieses Mittel ein inertes Gas ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung der Wärme zu dem inerten Gas in einem

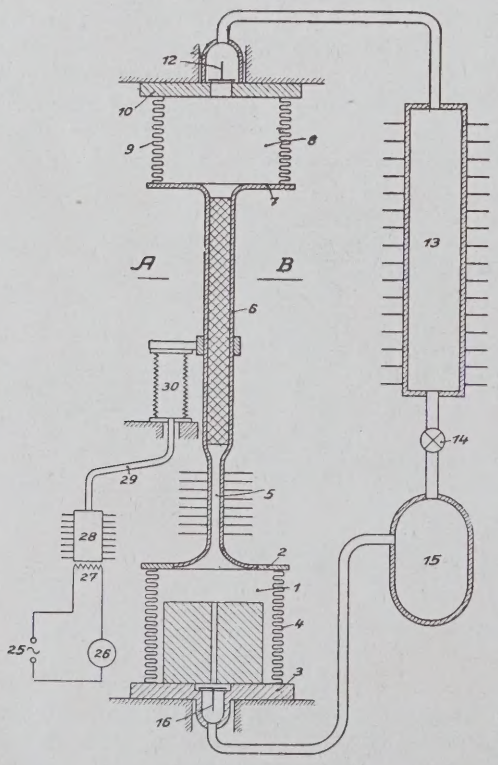
Rohr von stets ansteigender Richtung und die Abführung der Wärme in einem Rohr von stets fallender Richtung erfolgt.

2. Absorptionskälteapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung des ansteigenden, das inerte Gas führenden Rohres entweder durch die Flüssigkeit oder den Kältemitteldampf des Kochers erfolgt.

17a, 12. 494810. Intermittierend wirkende Kältemaschine mit getrenntem Kocher und Absorber. Dr. Leo Szilard in Berlin-Wilmersdorf. Patentiert im Deutschen Reiche vom 13. Juni 1928 ab.

Es wird erfindungsgemäß ein guter Wirkungsgrad dadurch erzielt, daß die aus dem Absorber kommende reiche Lösung intermittierend in den Kocher durch einen Regenerator überströmt, in welchem sie in reversibler Weise bis fast auf die Kochertemperatur erwärmt wird und aus dem Kocher über den Regenerator als arme Lösung wieder in den Absorber zurückfließt, wobei sie sich im Regenerator wieder reversibel abkühlt. Im Regenerator kommt die Flüssigkeit mit festen Körpern (am besten Blechen) in Berührung, an die sie die Wärme allmählich abgibt bzw. von denen sie die Wärme wieder allmählich aufnimmt. Die Temperaturschwankung eines Teilchens bzw. Flächenstückes im Regenerator kann $5^0$ C oder noch darunter betragen, während die Erwärmung der Lösung im Regenerator an $100^0$ C betragen kann. Man kann mit ganz kurzen Perioden bis herunter zu $^1/_2$ Minute arbeiten und kommt dann mit ganz kleinen Regeneratoren aus.

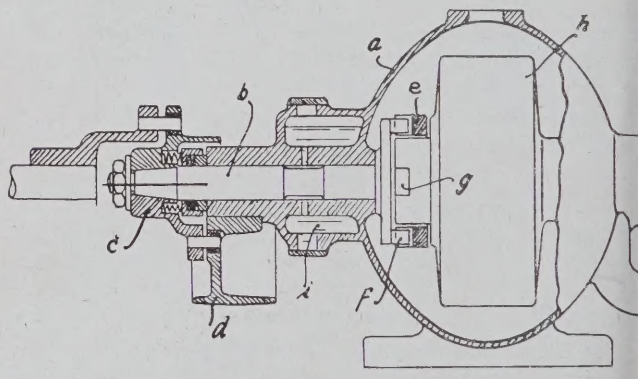
Fig. 1




1 ist der Absorberraum, dessen Volumen sich verändern läßt, indem man die Deckplatte 2 des Absorbers gegen seinen feststehenden Boden 3 bewegt, wobei sich dann das den Absorber ringsum begrenzende, in der Längsrichtung ferdernde Rohr 4 dehnt oder zusammenzieht. Die Deckplatte 2 steht durch den Kühler 5 und den Regenerator 6 mit der Bodenplatte 7 des Kochers 8 in fester Verbindung und bildet mit ihnen zusammen das bewegliche System, während die Deckplatte 10 des Kochers ebenso wie die Bodenplatte 3 des Absorbers unbeweglich feststeht. Der Kocher ist ringsum durch das in der Längsrichtung federnde Rohr 9 abgeschlossen und verändert bei Verschiebung des beweglichen Systems zusammen mit dem Absorber sein Volumen, und zwar so, daß die Summe beider Volumina stets dieselbe bleibt.

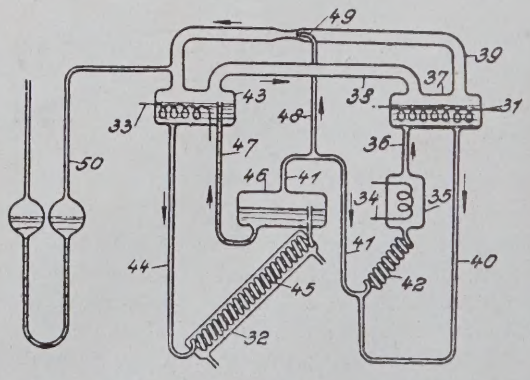
Wird nun das bewegliche System 2, 5, 6, 7, nach unten verschoben, so wird praktisch die ganze Flüssigkeitsmenge aus dem Absorber 1 durch den Kühler 5 und den Regenerator 6 in den Kocher 8 gedrückt, hier erfolgt das Auskochen, und die Dämpfe des Kältemittels strömen über das Ventil 12 in den luftgekühlten Kondensator 13, von wo das verflüssigte Kältemittel über die Drossel 14 in den Verdampfer 15 hineinfließt. Wird nun nach beendigter Kochperiode das bewegliche System 2, 5, 6, 7 nach oben verschoben, so fließt die Lösung aus dem Kocher über den Regenerator 6 und den Kühler 5 in den Absorber 1, und es strömt der Dampf des Kältemittels über das Ventil 16 aus dem Verdampfer 15 in den Absorber 1, wo die Dämpfe aufgelöst werden.

17a, 3. 496883. Abdichtung für die Antriebswelle von Kompressoren, insbesondere für Kältemaschinen. Philipp Conrady in Oberursel. Patentiert vom 29. 9. 1925 ab.




Die Welle wird durch Ausgleichskupplungen (g und c) an ihren beiden Enden von Biegungsmomenten entlastet und läuft zwischen den beiden Kupplungen in einem Oelbad.

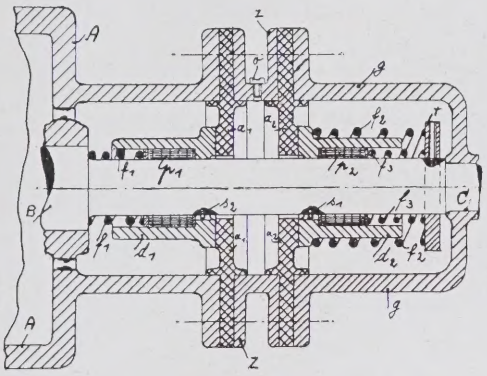
17a, 8. 497332. Absorptionsmaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt.



Patentiert im Deutschen Reiche vom 24. April 1925 ab. Erfinder: Edmund Altenkirch in Neuenhagen bei Berlin.

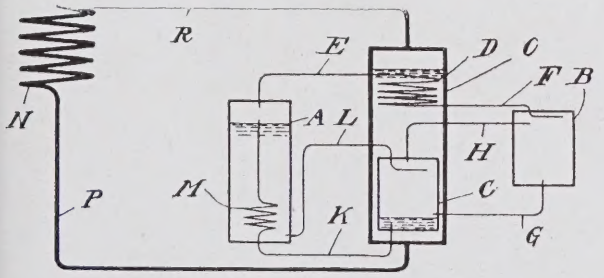
Das Arbeitsmittel soll aus einer Absorptionslösung heraus in ein anderes Gas hinein verdampfen. Das gibt dem Konstrukteur die Möglichkeit, sich vom Dampfdruck des reinen Arbeitsmittels freizumachen und den in der ganzen Maschine herrschenden Druck zu erniedrigen. Besonders wertvoll ist, daß man den Druck ungefähr auf Atmosphärendruck bringen kann, obwohl die gebräuchlichen Arbeitsmittel, wie Ammoniak, schweflige Säure, Kohlensäure und andere, gewöhnlich hohen inneren Ueberdruck erfordern.

17a, 15. 499984. Abdichtung für rotierende Antriebswellen an Kälteverdichtern. Waggon- und Maschinenbau-Akt.-Ges. Görlitz in Görlitz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 13. Dezember 1927 ab.



Auf dem aus dem Druckraum herausgeführten Wellenende sind hintereinander mindestens zwei voneinander getrennte und je für sich durch besondere Andrückfedern gegen ihre entsprechenden Anlageflächen gepreßte Abdichtungsschleifflächen angeordnet.

17a, 8. 500275. Verfahren zur Kühlung luftgekühlter Absorptionskälteapparate. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. August 1924 ab.

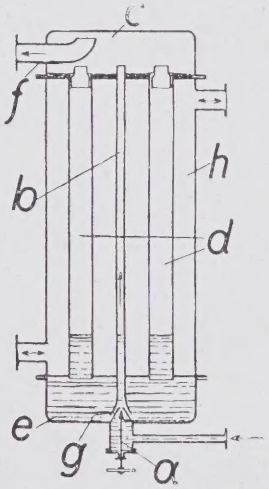


Die wärmeabgebenden Teile des Absorptionsapparates werden von einem bei ihrer Temperatur unter einem bestimmten Druck verdampfenden Mittel gekühlt, dessen Dämpfe bei dem gleichen Druck in einem luftgekühlten Kondensator niedergeschlagen werden, und der Umlauf des Kühlmittels in einem geschlossenen System wird durch abwechselnde Verdampfung an den wärmeabgebenden Teilen des Apparates und Kondensation durch Luftkühlung aufrechterhalten.

17a, 8. 500818. Absorptionskälteapparat. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 10. Oktober 1928 ab.

In einem aufsteigenden Schenkel des Zirkulationssystems für das druckausgleichende Gas sind Erwärmungsvorrichtungen angeordnet, durch die äußere, diese Abwärme enthaltende, bereits im Betriebe des Apparates benutzte Mittel hindurchgeführt werden, und in denen das druckausgleichende Gas durch diese Wärme zum Zweck einer Verstärkung seiner Zirkulation beheizt wird.

17a, 13. 501093. Verfahren zur Erhöhung des Flüssigkeitsumlaufs in Verdampfern von Kältemaschinen. Iwan Kuprianoff in Karlsruhe i. B. Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Mai 1929 ab.



Zur Erhöhung des Flüssigkeitsumlaufs in Verdampfern von Kältemaschinen wird erfindungsgemäß das vom Regulierventil kommende Kältemittel in ein vertikales Rohr von engem Querschnitt eingespritzt, sodaß nicht nur Ejektorwirkung, sondern auch Thermosyphonwirkung eintritt.

# Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Direktor Prof. Dr. **Fr. Henning**, Physik.-Techn. Reichsanstalt Berlin

Schriftführer: **A. Kaufmann**, Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **H. J. Heising**, Ing., Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53. Postscheck-Konto: Deutscher Kälteverein Berlin 148122.

## Berliner Kälte-Verein

### Bericht

**über die Monats-Versammlung am 21. Oktober 1930 in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Charlottenburg.**

Vorsitzender: Herr Kaufmann.

Herr Kaufmann begrüßte die Anwesenden und gedachte der Opfer der Grubenkatastrophe in Alsdorf.

Hierauf erhielt Herr Min.-Rat Prof. Dr. Schäfer das Wort zu seinem Vortrage: **„Entzündbarkeit von Isolierungen, insbesondere auf Schiffen."** Die Ausführungen seien hier im Auszuge wiedergegeben.

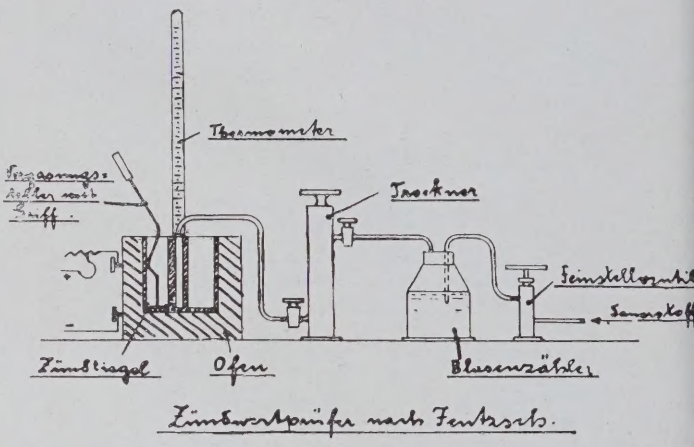
Die Tatsache, daß trotz der technischen Fortschritte im Schiffbau und trotz sorgfältiger Entwicklung der Feuerverhütungs- und Feuerlöschanlagen die Zahl der Brände nicht abnimmt, sondern eher steigt, deutet auf eine bisher nicht genügend beachtete Vermehrung der Brandursachen hin. Die Häufung der Brände namentlich auf Schiffsneubauten wird man großenteils auf die zunehmende Verwendung gekühlter Laderäume zurückführen dürfen. Ihre Isolierstoffe sind vielfach nicht genügend feuersicher und in der eigenartigen Anordnung ihres Einbaues besonders feuergefährlich.

Gekühlte Proviant- und Laderäume bedingen die Verkleidung ausgedehnter Flächen des Schiffskörpers mit starken Isolierschichten.

Daneben verlangen gesteigerte Ansprüche an Wohnlichkeit der Fahrgastschiffe ausgedehnte Bekleidung von Fluren, Wänden und Decken zum Schutz gegen Wärme, Kälte und Geräusch. Hölzerne Kammerschotte und Bezugs- und Dekorationsstoffe für Möbel und Einrichtungen bilden weitere große Mengen brennbarer Werkstoffe an Bord.

Die hierdurch stark vermehrten brennbaren Teile des Schiffes werden durch die zunehmende Anwendung der Schweißtechnik namentlich während des Baues besonderer Entzündungsgefahr ausgesetzt. Auf diese beiden Umstände, autogene Schweiß- oder Schneidarbeiten und nicht feuersichere Isolier- oder Bekleidungsstoffe sind nachweislich viele Brände, besonders auf Neubauten, zurückzuführen. In vielen weiteren Fällen liegt der Nachweis nicht vor, die Vermutung aber nahe.

Die Zusammenhänge werden anschaulich, wenn man sich die Konstruktion der Isolierwände vergegenwärtigt. Das Isoliermaterial liegt häufig zwischen zwei Wänden, meist Stahl und Holz, oder auch Stahl und Zinkblech, eingeschlossen. Wird auf der Außenseite einer solchen Wand, also auf der Stahlseite, geschweißt, so nimmt die Wand in ziemlichem Umkreis hohe Temperaturen an. Liegen sie höher als die Selbstentzündungstemperatur des betreffenden Isolierstoffes, so kann er in Brand geraten. Ohne Frischluftzuführung brennen die meisten Isolierstoffe aber nicht mit offener Flamme, sondern glimmen und schwelen. Infolgedessen kann sich eine solche Entzündung unbemerkt zwischen ihren Umschließungswänden fortschleichen, ohne zunächst bemerkt zu werden. Auch die entstehende Hitze wird vielleicht nicht beachtet, weil man sie von vielen Schweißstellen her gewohnt ist. So kann ein solcher verborgener Brandherd sich unbemerkt ausdehnen, bis dann unter Umständen ziemlich plötzlich und in großem Umfang benachbarte Teile offen in Brand geraten und ihn weiter tragen. Findet er Nahrung an feuergefährlicher Ladung oder am Zellensystem hölzerner Kammerschotten und brennbarer Einrichtungen, oder auch an Stellagenholz bei Schiffen im Bau, so kann großes Schadenfeuer entstehen. Brände solcher Entstehung sind in zweierlei Hinsicht besonders gefährlich. Eine Gefahr liegt in der geschilderten schleichenden und unmerklichen Entstehung, die wiederholt erst längere Zeit nach Arbeitsschluß zum offenen Ausbruch des Feuers führt und deshalb häufig unerklärlich schien und daher bisweilen auf Brandstiftung zurückgeführt wurde. Manche Isolierstoffe (besonders z. B. Torf- und Korkerzeugnisse) können unter Luftabschluß also aus den in ihren Poren und zwischen den umschließenden Wänden enthaltenen Luftvorrat lange Zeit brennen. Gewisse Korkpräparate sind sogar an der Luft durch künstliche Entzündung, selbst mit dem Schneidbrenner, nicht zum Brennen zu bringen, sondern verlöschen alsbald wieder durch die natürliche Luftkühlung. Die Verbrennung bleibt aber unter Umständen erhalten, wenn der Stoff allseitig — Vergl. Abb. 2 — von Wänden umschlossen entzündet wird.



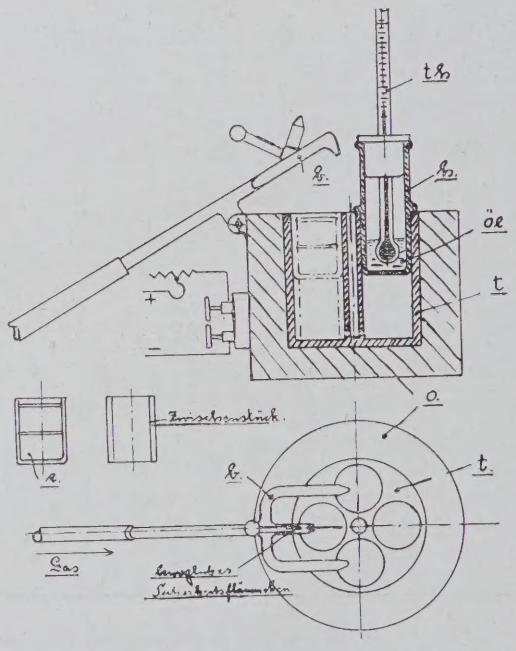




Abb. 1 und 2. Zündwertprüfer nach Jentzsch.

Die andere besondere Gefahr solcher Brände liegt in der Schwierigkeit, eine zwischen 2 Wänden liegende schwelende Isolierschicht zu löschen, weil das Löschmittel nicht an den eigentlichen Brandherd heranzubringen ist.

Die größte Feuersicherheit bieten unbrennbare Werkstoffe. Soweit das nicht erreichbar, sollte wenigstens möglichst hohe Entzündungs- und Brandsicherheit angestrebt werden.

Daraus entsteht die Aufgabe, die Brenneigenschaften der im Schiffbau üblichen Hölzer sowie der Iolier-, Bekleidungs- und Bezugsstoffe systematisch zu untersuchen. Die Durchführung solcher Untersuchungen hat das Torpedolaboratorium Kiel entgegenkommender Weise übernommen.

Die Versuche wurden im Zündwertprüfer von Jentzsch ausgeführt, einem Gerät von außerordentlich vielseitiger und aufschlußreicher Verwendungsmöglichkeit. (Abb. 1 und 2).

Ein elektrisch heizbarer Block aus V 2 A Stahl enthält 4 gleiche symmetrische Bohrungen, von denen 3 entweder in kleinen Tellern Abb. 1 oder in Eimern Abb. 2 den Versuchsstoff aufnehmen, die vierte ein Thermometer. Mit dem Gerät lassen sich an ganz geringen Versuchsmengen leicht und rasch die Entzündungs- und Brenneigenschaften feststellen. Flammpunkt und Brennpunkt durch Feststellung der Temperatur, bei welcher eine angenäherte Flamme die bei der Erwärmung des Stoffes entstehenden Gase oder Dämpfe vorübergehend (Flammpunkt) oder zum Weiterbrennen (Brennpunkt) entzündet. Der Selbstzündungspunkt an Luft, in dem sich der Stoff ohne fremde Zündung von selbst an der Luft entzündet, wird leicht durch weitere Temperatursteigerung bestimmt.

Daneben gestattet das Gerät bei Zuführung eines dosierten Sauerstoffstromes durch einen zentralen und 3 symmetrische Kanäle zu jeder der 3 Zündkammern die Feststellung, wie sich der Selbstzündungspunkt bei Sauerstoffanreicherung der umgebenden Luft verschiebt. Die so gewonnenen »Zündwerte« entsprechen der Zündneigung, geben also an, bei welcher niedrigsten Temperatur bei gegebener Sauerstoffkonzentration, oder bei welcher niedrigsten Sauerstoffkonzentration bei gegebener Temperatur, sich ein Stoff von selbst entzündet, nach der Beziehung: Zündwert $Z = \frac{t}{n+1}$, worin $t$ die abgelesene Temperatur und $n$ die Sauerstoffblasenzahl in der Minute bedeutet. Hierbei entsprechen 60 Blasen einer Sauerstoffmenge von 5 cm³.

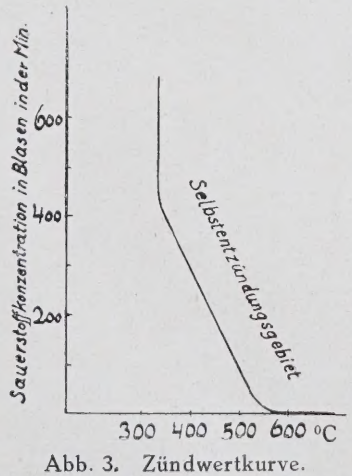



Abb. 3. Zündwertkurve.

Beim niedrigsten Selbstzündungspunkt eines Stoffes an freier Luft (ohne Sauerstoffzufuhr, also $n = 0$) ist somit der »obere Zündwert« $Z_0 = t$. Diese Beziehungen sind grundlegend für alle motorischen Verbrennungen, bei denen stets verdichtete Luft, also Sauerstoffkonzentration vorliegt. Der grundsätzliche Verlauf einer Zündwertkurve fester Stoffe ist in Abb. 3 dargestellt. Außerhalb ihres Verlaufs besteht Selbstentzündungsmöglichkeit innerhalb nicht. Für die Entzündungsgefahr auf Schiffen hat im allgemeinen der obere Zündwert, der dem Selbstzündungspunkt an freier Luft angenähert entspricht, ausschlaggebende Bedeutung.

In Wirklichkeit kann aber die Selbstentzündung unter Umständen schon bei tieferer Temperatur liegen, als dem oberen Zündwert im Zündwertprüfer entspricht, weil in den Zündkammern dieses Geräts die Luft nicht so ungehinderten Zutritt zum Stoff hat, wie in der freien Atmosphäre. Die Stoffprobe befindet sich somit gewissermaßen in einer relativ sauerstoffarmen Atmosphäre. Bei 300° C würde beispielsweise die Luft in der Zündkammer des Geräts gegenüber solcher von 20° C im Verhältnis der absoluten Temperaturen, also $\frac{293}{573} \simeq 0{,}5$ verdünnt sein, also nur die halbe Sauerstoffmenge in der Raumeinheit zur Entzündung zur Verfügung stehen. Für die Entzündung wie für die Verbrennung kommt es aber entscheidend auf die Sauerstoffangriffsmöglichkeit am Stoff an. Sie ist bedingt durch den Sauerstoffgehalt je Raumeinheit der umgebenden Luft und durch die Oberflächengröße des Stoffes. Diese ist am größten beim feinsten Staubkorn oder Nebeltropfen.

An freier Luft entsteht durch die Erhitzung des Stoffes und seiner umgebenden Luft eine stärkere Zuströmung kälterer, d. h. sauerstoffreicherer Luft, als in der Zündkammer. Sie kann, wie man aus den späteren Kurven sieht, den oberen Zündwert stark herabsetzen. Denn Luft von −10° C Kälte enthält z. B. gegenüber solcher von + 20° C je Raumeinheit im Verhältnis $\frac{293}{563}$, d. h. 11 % mehr Sauerstoff.

An welchem Punkt der Zündwertkurve in Wirklichkeit die Entzündung einsetzt, hängt von den Umständen ab, die durch Oberflächengröße und Sauerstoffgehalt, d. h. Lufttemperatur gegeben sind. Trifft ein kalter Luftstrom auf kleine erhitzte Stoffmengen, so wird unter Umständen die Oberfläche des Stoffes so stark gekühlt, daß noch keine Entzündung eintritt. Trifft er auf größere heiße Stoffmassen, so kann die Entzündung unter Umständen früher »entfacht« werden, als sie in ruhender, d. h. sich mit der Erwärmung stetig verdünnender Luft eintritt. Ob die Wirkung der Abkühlung oder der Sauerstoffanhäufung überwiegt, hängt, abgesehen von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft, also von dynamischen Einflüssen, auch von der spezifischen Wärme und Leitfähigkeit des Stoffes ab, weil diese Größen die Möglichkeit und Geschwindigkeit begrenzen, mit der abgeführte Wärme an der Oberfläche aus dem Innern der Masse ersetzt werden kann.

Danach läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, an welchem Punkt der Zündwertkurve die Entzündung im praktischen Fall einsetzt. Das hängt davon ab, wie der Stoff eingebaut ist und ob der umgebende Raum geschlossen, offen oder mehr oder weniger stark gelüftet ist. Es genügt aber auch, durch die Zündkurve die Gefahrgrenze klar bestimmt zu haben und zu wissen, daß im allgemeinen ihr oberes Ende, also hohe Temperatur und niedriger Sauerstoffgehalt, die meisten praktisch vorkommenden Fälle decken wird.

Zunächst wurden die Zündwertkurven verschiedener Holzarten ermittelt.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß die verschiedenen Holzarten charakteristische Unterschiede in ihren Entzündungs- und Brenneigenschaften aufweisen. So zeigt z. B. die kalifornische Ceder — ein wohlriechendes feines Holz für Schränke und Luxus, Kabinen auf Yachten oder Schiffen — um etwa 100° C niedrigeren Flammpunkt als fast alle übrigen Hölzer. Die Brennpunkte schwanken verhältnismäßig wenig zwischen 260 und 290° C. Stark unterschiedlich waren dagegen die oberen Selbstzündungspunkte, die wohl am wichtigsten sind. Ihre größte Abweichung betrug 170° C.

Isolationsmaterialien. Neben den Hölzern spielen Isolierstoffe gegen Wärme, Kälte und Geräusch eine besondere Rolle. Vor dem Kriege wurde meist Kork für diese Zwecke verwandt, soweit nicht namentlich für höhere Temperaturen feuerfeste Stoffe (Asbest, Kieselguhr oder Magnesia-Fabrikate) in Frage kommen. Im Kriege und danach ging man auch zu anderen Stoffen, namentlich Torfpräparaten, über. Sie hatten neben der heimischen Gewinnung den Vorteil, billiger als Kork zu sein.

Aus Versuchen mit zahlreichen solchen Stoffen, besonders Kork und Torfpräparaten, die von den Deutschen Werken und der Germaniawerft, sowie für elektrotechnische Isolierstoffe von der A. E. G. und den Siemens-Schuckertwerken zur Verfügung gestellt wurden, sind in folgender Uebersicht einige wiedergegeben.

| Lfd. Nr. | Art | Flpt. | Brpt. | Ob. z. Tort-Selbstzdgspt. an Luft |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Plattenkork I | 265 | 300 | 370 |
| 2 | „ II | 265 | 305 | 400 |
| 3 | „ III | 285 | 300 | 370 |
| 4 | „ IV | 280 | 315 | 400 |
| 5 | „ V | 245 | 310 | 575 |
| 6 | „ VI | 270 | 325 | 515 |
| 7 | Korkschrot I | 275 | 315 | 505 |
| 8 | „ II | 290 | 325 | 380 |
| 9 | Isolierstoff I | 250 | 280 | 360 |
| 10 | „ II | 245 | 275 | 410 |
| 11 | „ III | 245 | 285 | 380 |
| 12 | „ IV | 245 | 280 | 340 |
| 13 | Kabelisolierung I | 180 | 250 | 510 |
| 14 | „ II | 257 | 322 | 640 |
| 15 | „ III | 220 | 320 | 420 |

Die Stoffe Nr. 9 bis 12 zeigen im allgemeinen niedrigere Punkte an der Luft als die Korkstoffe. Aber auch unter den Korkstoffen sind leicht entzündliche Arten, wie unter 9 bis 12 solche mit höherem Zündwert. Es genügt somit nicht, eine bestimmte Art von Isolationsmaterial zu bevorzugen, sondern es müßten gerade hier bestimmte Selbstentzündungseigenschaften vorgeschrieben, geprüft und eingehalten werden.

Schlußbetrachtung. Die nur im Ausschnitt mitgeteilten Versuchsergebnisse beweisen, daß Schiffsbrände, soweit sie auf Baustoffe zurückzuführen sind, durch sorgfältige Auswahl und Prüfung der Stoffe unter besonderer Beachtung ihrer Selbstzündungs- und Brenneigenschaften verhütet werden können.

Am sichersten dürften unbrennbare Isolierstoffe wie Magnesia-Platten oder Aluminiumfolie »Alfol« sein, die z. B. auf »Bremen« und »Europa« zur Isolierung der Maschinen und Kesselraumschächte weitgehend verwendet wurden. Selbstentzündung ist bei solchen Stoffen, namentlich Magnesia, ausgeschlossen. Aehnlich verhalten sich Schlackenwolle, Asbest, Kieselguhr. Metalle sind überhaupt im allgemeinen feuerungefährlich, soweit sie nicht in Staubform verwendet werden. Selbst für Aluminium und Elektron bedarf dies kaum einer Einschränkung.

Das Ziel erhöhter Feuersicherheit verlangt für Baustoffe und Werkstoffe eine systematische Erforschung und einheitliche Kennzeichnung der Brandsicherheit. Bisher hat man sich auf diesem Gebiet meist auf willkürliche Brandversuche an kostspieligen Nachbildungen von Bauteilen beschränkt. Sie geben meist kein richtiges Bild von der Brandsicherheit oder Gefährlichkeit der Stoffe und schaffen keine klaren, einfachen Vergleichsmaßstäbe, wie man sie sonst in der Technik fordert. Es gilt eine Lücke in der Materialprüfung und Materialvorschrift auszufüllen. Es ist Zeit, die Entzündungsgrenzen der Stoffe mit derselben wissenschaftlichen Sorgfalt durch einfache Laboratoriumsversuche zu erforschen, festzulegen und zu prüfen, wie man das bei den Festigkeitswerten als selbstverständlich ansieht. Der Flammpunkt- und Zündwertprüfer von Jentzsch hat sich als hervorragend geeignet für diese Aufgaben gezeigt, die nicht nur für den Schiffbau, sondern auch für das gesamte Bauwesen Bedeutung haben. Bestimmte Ladungen und Teile der Schiffseinrichtung und Ausrüstung werden wohl immer brennbar bleiben. Für das Schiff selbst aber müßte Unbrennbarkeit mit gleichem Nachdruck verlangt werden, wie man Wetter- und Seetüchtigkeit und Unsinkbarkeit anstrebt.

In der anschließenden Diskussion bespricht H. Dr. Cammerer ein Beispiel aus der Praxis und weist auf die Erfolge hin, die auch in dieser Hinsicht durch Klassifizierung und Zusammensetzung des Materials erzielt wurden, sowie durch besonderen Fabrikationsgang bei der Herstellung.

Herr Prof. Dr. Henning unterzieht die Zündkurve, sowie den Zündwert einer kritischen Betrachtung.

Der Herr Vortragende gibt Aufschluß über Festlegung dieser Werte.

H. Kaufmann dankt H. Min.-Rat Prof. Dr. Schäfer für seine interessanten Ausführungen.

Hierauf wird der Bericht über die Mai-Sitzung verlesen und genehmigt. Anschließend gibt der Vorsitzende einen kurzen Rückblick über die letzte Hauptversammlung des D. K. V. in Stuttgart, auf der Herr Prof. Dr. Henning zum 1. Vorsitzenden gewählt wurde und als solcher den Verein auf der Weltkraftkonferenz hier vertreten hat. Durch das Ableben des H. Dir. Brandt, der seit langen Jahren Schatzmeister des Hauptvereins und des Berliner Bezirksvereins war, mußte dieser Posten neu besetzt werden. Die beiden Posten blieben wieder vereint und Herr Ing. Heising führt das Amt.

Mit einem Hinweis auf das bevorstehende Fest der Technik schließt Herr Kaufmann die Sitzung und erinnert an die zwanglose Zusammenkunft im Schultheiß-Patzenhofer am Knie, wo sich auch fast alle Teilnehmer einfanden.

Der Schriftführer: Dotterweich.

SÜMAK

SÜDDEUTSCHE MASCHINEN- UND METALLWAREN-FABRIK

W. WECKERLE

ZUFFENHAUSEN-STUTTGART

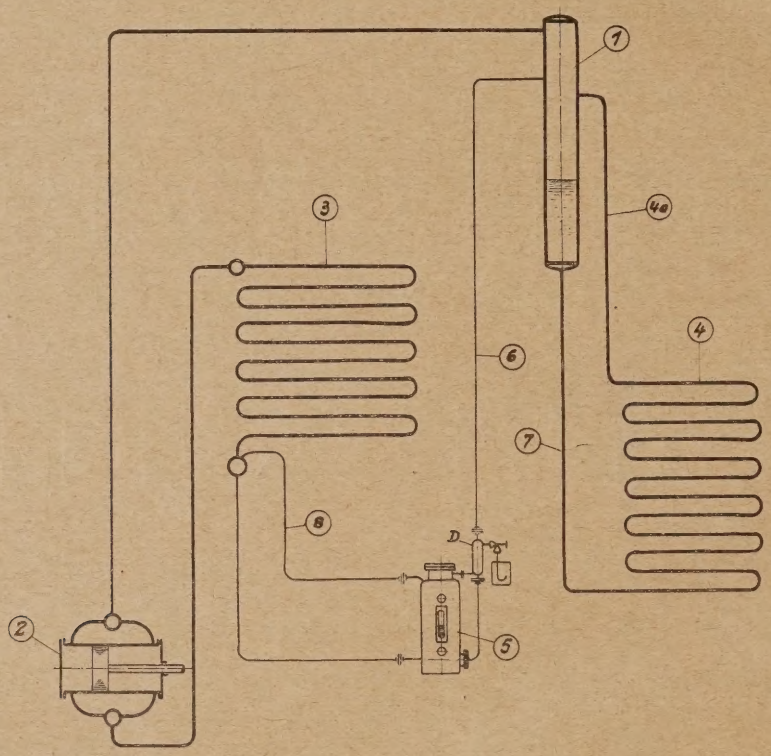
# DER AMMONIAK-KREISLAUF BEI KÄLTEMASCHINEN

SONDERABDRUCK AUS DER „KÄLTE", FACHZEITSCHRIFT FÜR DAS GANZE GEBIET DER KÄLTETECHNIK UND DIE ANGRENZENDEN INDUSTRIEN, HEFT NUMMER 5 VOM 31. MAI 1930, AUGSBURG.

Es sei kurz vorausgeschickt, daß mit „Kältemaschine“ im Allgemeinen die 3 Hauptteile, Kompressor, Kondensator und Verdampfer bezeichnet sind, mit denen der Kreisprozeß unter Zuhilfenahme eines Kältemediums, in unserem Falle mit Ammoniak ($NH_3$) durchgeführt wird. Im Verdampfer verdampft das flüssige $NH_3$ unter einem gewissen Druck, entzieht seiner Umgebung Wärme und leistet dadurch Kälte. Der Kompressor hat die Aufgabe, die im Verdampfer entstehenden Dämpfe abzusaugen und den relativen Verdampfungsdruck zu halten. Er komprimiert die Gase und gibt sie an den Kondensator weiter. Derselbe dient nur zur Verflüssigung und Überführung der Verflüssigungs- und Kompressions-Wärme an das Kühlwasser. Nur zu diesem Zwecke soll er dienen und nicht gleichzeitig als Vorratsbehälter für flüssiges $NH_3$. Es soll daher als oberster Grundsatz gelten: Kondensator leer, Verdampfer voll.

Wie ist dieser Grundsatz zu verstehen und mit welchen Mitteln ist er durchführbar? Nehmen wir als Erstes den Verdampfer, von dem gesagt ist, daß er voll sein soll, d. h. er soll mit soviel flüssigem $NH_3$ beschickt werden, daß er überflutet ist. Seine inneren Verdampferflächen sollen also weitgehendst mit flüssigem $NH_3$ Berührung haben, denn der stärkste Wärmeaustausch erfolgt dort, wo das flüssige Ammoniak durch den Wärmeaustausch seinen Aggregat-Zustand ändern, also verdampfen kann. Alle Kühlflächen, die nicht mit Flüssigkeit, sondern mit Dampf berührt sind, dienen lediglich der Dampftrocknung und haben deshalb nur geringen oder gar keinen Anteil am Wärmeaustausch. Eine vollkommene Überflutung des Verdampfers läßt sich nur durch Einschaltung eines Flüssigkeitsabscheiders in die Saugleitung, also zwischen Verdampfer und Kompressor, erreichen. Abbildung 1 zeigt die Anordnung eines solchen Flüssigkeitsabscheiders, welcher mit 1 bezeichnet ist. 2 ist der Kompressor, 3 der Kondensator und 4 der Verdampfer. Das flüssige $NH_3$ wird, so wie es im Kondensator anfällt, durch einen automatischen Regel- und Kontroll-Apparat 5, welcher noch näher beschrieben wird, direkt durch die Leitung 6 dem Flüssigkeitsabscheider und somit dem Verdampfer 4 zugeführt. Der Flüssigkeitsabscheider 1 ist weiter nichts als ein Ausgleichsbehälter, in welchem die durch die Steigleitung 4a aus dem Verdampfer kommenden $NH_3$-Dämpfe, die sehr viel Flüssigkeit mitführen, durch Richtungswechsel bei entsprechend geringer Geschwindigkeit getrocknet werden, so daß sie trocken gesättigt vom Kompressor 2 abgesaugt werden können. Wie Abbildung 1 zeigt, vereinigt sich die aus dem Rohr 6 kommende primäre Flüssigkeit mit der aus dem Verdampfer kommenden sekundären in dem Flüssigkeitsabscheider 1. Das Fallrohr 7 ist also immer mit Flüssig-

Abbildung 1.



keit angefüllt und diese Flüssigkeitssäule bewirkt eine lebhafte Zirkulation für die Speisung des Verdampfers. Es ist deshalb Bedingung, daß der Flüssigkeitsabscheider entsprechend hoch über dem Verdampfer angeordnet ist. Bei größerem Verdampfer ist es zweckmäßig diesen zu unterteilen, die eine Hälfte mit primärer und die andere mit sekundärer Flüssigkeit zu beschicken. Dies ist besonders dann angebracht, wenn der Flüssigkeitsabscheider nur in geringer Höhe über dem Verdampfer angeordnet werden kann.

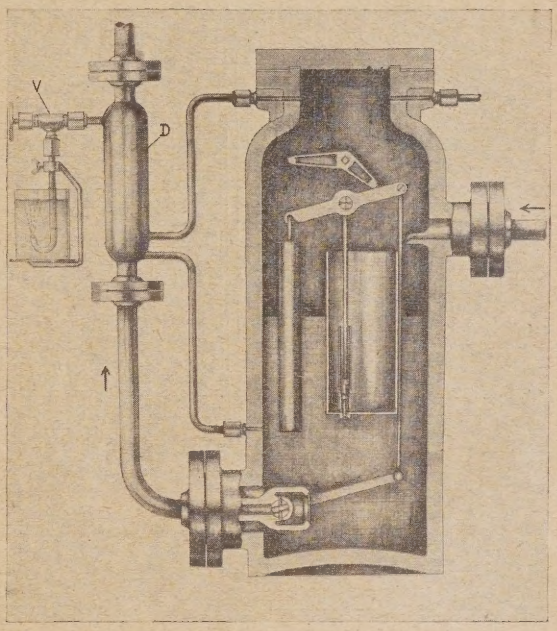
Betrachten wir den Ammoniak-Kreislauf, so finden wir, daß er dem geschlossenen Kreislauf einer Dampfheizung gleicht. Der Kondensator ist mit dem Heizkörper zu vergleichen. Aus ihm fließt das anfallende Kondens-Wasser sofort wieder in geschlossenem Kreislauf in den Kessel zurück, um dort erneut zu verdampfen. Auch hier wird vermieden, daß in dem Heizkörper eine Wasseransammlung stattfindet. Ebenso soll auch in dem Kondensator keine Flüssigkeitsansammlung stattfinden.

Wir kommen nun zu dem Regel- und Kontroll-Apparat, wie ihn die Firma „Sümak" Zuffenhausen baut und der die Aufgabe hat, den Kondensator leer zu halten und das flüssige $NH_3$ direkt, wie es anfällt, wieder in den Verdampfer zurückzuführen. Abbildung II zeigt einen solchen Apparat für größere Leistung im Schnitt; er besteht aus einem Sammelbehälter, in welchem ein Verdrängungskörper (offener Schwimmer) in Abhängigkeit der vom Kondensator kommenden Flüssigkeitsmenge mittels eines Gestänges ein entlastetes Drosselorgan öffnet und schließt, sodaß genau soviel Flüssigkeit in den Verdampfer abfließt, wie vom Kondensator zufließt. Da die in dem Kondensator anfallende Flüssigkeitsmenge dem Dampfgewicht entspricht, das der Kompressor fördert, so regelt der Apparat den Kreislauf ganz automatisch entsprechend den jeweiligen Temperaturverhältnissen unter Ausschaltung eines Regulier-Ventils. Zur bequemen Kontrolle hat der Regler ein Schauglas, siehe Abbildung I und III.

Eine weitere sehr wichtige Einrichtung ist mit ihm kombiniert, nämlich eine Entlüftungseinrichtung, welche die Aufgabe hat, dem Kondensator die Luft und nicht kondensierbaren Fremdgase zu entziehen. Der Regler ist deshalb durch die Leitung 8, Abbildung I, mit dem Flüssigkeitssammelrohr des Kondensators verbunden. Die Entlüftungseinrichtung besteht aus dem Doppelrohrstück D, Abbildung I und II, dessen inneres Rohr unter der tiefen Temperatur des bereits entspannten Ammoniaks steht. Es findet deshalb an ihm fortwährend eine Kondensation der aus dem Oberteil des Reglers zuströmenden Gase statt, soweit diese kondensierbar sind. Die $NH_3$-Gase werden also verflüssigt und die Flüssigkeit fließt wieder zurück in den Behälter, während die unkondensierbaren Gase in dem Entlüfter sich ansammeln und durch das Ventil V, Abbildung II, in ein mit Wasser gefülltes Glas abgelassen werden können. Die Entlüftung wird während des Betriebs durchgeführt, denn die Luft und Fremdgase werden durch den Gasstrom im Kondensator nach unten geführt, wo sie der Entlüfter abzieht.

Abbildung III zeigt weiter die Kombination mit einer Meßeinrichtung, bestehend aus einer Meßdüse, die für die Normaldurchflußmenge berechnet ist und einer drehbaren Skalawalze. Die Meßdüse befindet sich in dem unteren Einlaufstück, in welches die Zuleitung vom Kondensator mündet. Vor der Meßdüse findet nun eine der Zuflußmenge entsprechende Anstauung statt, welche in dem Schauglas rechts sichtbar ist. Das Schauglas links zeigt den Flüssigkeitsstand im Behälter. Zwischen den beiden Schaugläsern ist eine drehbare Skala angeordnet, ihr unterer Zeiger ist auf den Flüssigkeitsstand im Schauglas links eingestellt, der obere Zeiger wird auf den Flüssigkeitsstand rechts eingestellt und zeigt auf der Skala die jeweilige Leistung in Calorien. Die Skalawalze ist drehbar und trägt mehrere Skalen für verschiedene Verdampfungs-Temperaturen, (z. B. eine Skala für $-5$, $-7\frac{1}{2}$, $-10$ und $-12\frac{1}{2}$ °C). Bei der Leistungsfeststellung liest man auf dem Saugmanometer die Verdampfungs-Temperatur ab und dreht die Skala-Walze so, daß die Skala, welche mit dem Saugmanometer übereinstimmt, oder ihm am nächsten kommt, vorne ist; man kann dann die tatsächliche Leistung zu der zugehörigen Verdampfungstemperatur ablesen. Da die Düsen geeicht werden, sind die abgelesenen Leistungen ziemlich genau.

*Abbildung 2.*

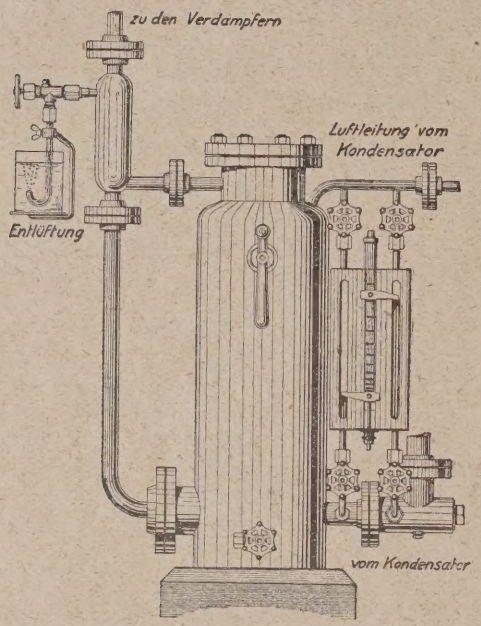



*D. R. P.*

Der Regel-, Kontroll- und Entlüftungs-Apparat gibt weiterhin Aufschluß über die richtige Füllung und zeigt zu jeder Betriebszeit, ob die Anlage luftfrei ist und daher mit dem geringsten Gegendruck arbeitet. Bekanntlich bringt ja jedes Grad höherer Kondensatortemperatur und damit erhöhten Gegendruckes höheren Kraftverbrauch (per Grad 4%).

Für die Beurteilung der richtigen Füllung sind noch einige Punkte zu beachten. Da der Kondensator leer

*Abbildung 3.*




*D. R. P. ang.*

ist, kommt für diese Beurteilung nur die Verdampferseite in Betracht. Befindet sich dort die richtige Füllung, so wird der Kompressor nur trocken gesättigte Gase ansaugen, er wird dann weder zu kalt noch zu heiß arbeiten. Arbeitet er zu kalt, so ist zu viel Ammoniak in der Anlage, ist er zu heiß, so fehlt Ammoniak. Dies trifft besonders bei Verdampfern ohne Flüssigkeitsabscheider zu. Für diese Beurteilung ist immer nur die Temperatur des Druckrohrs des Kompressors maßgebend. Dabei ist zu beachten, daß die Druckrohr-Temperatur umso höher wird, je größer die Temperaturunterschiede zwischen Saug- und Verflüssigungs-Temperatur sind. Im Allgemeinen kann man sagen, daß das Druckrohr gut handwarm sein soll. Hat die Anlage einen Flüssigkeitsabscheider und saugt der Kompressor nur trockengesättigte Gase an, so liegt die Druckrohrtemperatur zwischen 70 und 110 Grad. Der Einbau eines Thermometers in die Druckleitung unmittelbar hinter dem Kompressor ist daher sehr zu empfehlen. Ebenso ist es zweckmäßig, am Saugstutzen des Kompressors einen Thermometer zu haben. Bei richtiger Füllung soll dann die Saugrohrtemperatur mit der Temperatnr des Saugmanometers übereinstimmen. In diesem Falle wird dann auch die Druckrohrtemperatur jeweils die richtige sein. Nur bei langen Saugleitungen darf die Saugrohrtemperatur im Kompressor einige Grad höher liegen. Für die Praxis kann man die Druckrohrtemperatur hinreichend genau berechnen, wenn man die Temperatur am Saug- und Druck-Manometer abliest und die Differenz mit 2,4 multipliziert. Zeigt z. B. der Saug-Manometer —10 Grad und der Druck-Manometer + 20 Grad, so ist die Differenz 30. Dies mit 2,4 multipliziert gibt 72 Grad. Dies ist in dem vorliegenden Falle die richtige Druckrohrtemperatur. Liegt sie wesentlich höher, so hat auch das Saugrohr eine höhere Temperatur wie die am Saug-Manometer abgelesene und die Anlage hat eine zu geringe Füllung. Es muß also soviel Ammoniak nachgefüllt werden, bis obige Druckrohrtemperatur erreicht ist. Ist die Druckrohrtemperatur wesentlich tiefer, ja arbeitet sogar die Druckseite kalt, so hat die Anlage zu viel Ammoniak und es muß das „zu viel" entnommen werden. Diese Entnahme kann direkt in eine Ammoniakflasche erfolgen, sodaß keine Verluste auftreten. In beiden erwähnten abnormalen Fällen arbeitet die Anlage unwirtschaftlich. Mit dem Regel- und Kontroll-Apparat sind diese Feststellungen sehr einfach, denn der Kondensator ist ja leer, wovon man sich am Schauglas des Reglers überzeugen kann und es ist für die ganze Beurteilung nur die Verdampferseite maßgebend.

Auch über den Zustand der Verdampfer kann man sich jederzeit ein Urteil bilden. Unter der Voraussetzung, daß Kompressor-Leistung und Verdampfergröße übereinstimmen, kann als Norm gelten, daß die Differenz zwischen Sole und Saugmanometer 4 bis 5° betragen soll. Tritt eine Verschmutzung und Verölung des Verdampfers ein, so wird diese Temperaturdifferenz größer und die Leistung geht zurück, was die Leistungsmeßeinrichtung zeigt.

Ist die Verdampferseite in Ordnung, die Leistung jedoch zurückgegangen, so ist der Fehler beim Kompressor zu suchen; Ventile und evtl. Kolben sind in Ordnung zu bringen.

Arbeitet die Anlage mit Flüssigkeitsnachkühler, so sind hiefür besondere Regeln für den Einbau des Regel- und Kontroll-Apparates zu beachten.

W. Weckerle.

# ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

BEGRÜNDET 1894 DURCH Dr. H. LORENZ

ZUGLEICH 21. JAHRGANG DER

# ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE VEREINS

SCHRIFTLEITER DR.-ING. MARTIN KRAUSE BERLIN NW 87 KLOPSTOCKSTR. 9.

VERLAG: GESELLSCHAFT FÜR KÄLTEWESEN M.B.H. BERLIN W. 9. KÖTHENERSTRASSE 34

11. Heft | Berlin W. 9, im November 1930 | 37. Jahrgang



Vereinigte Deutsche Kältemaschinenfabriken

**BORSIG-GERMANIA-HUMBOLDT**

G. M. B. H.

**BERLIN-TEGEL**

Telegr.-Adresse: Vaudekälte, Berlin-Tegel / Fernspr.: Tegel 800

dienen dem Kunden mit den vereinigten Erfahrungen von drei führenden Firmen im Bau von Kältemaschinen

Zweigniederlassungen:

**CHEMNITZ**

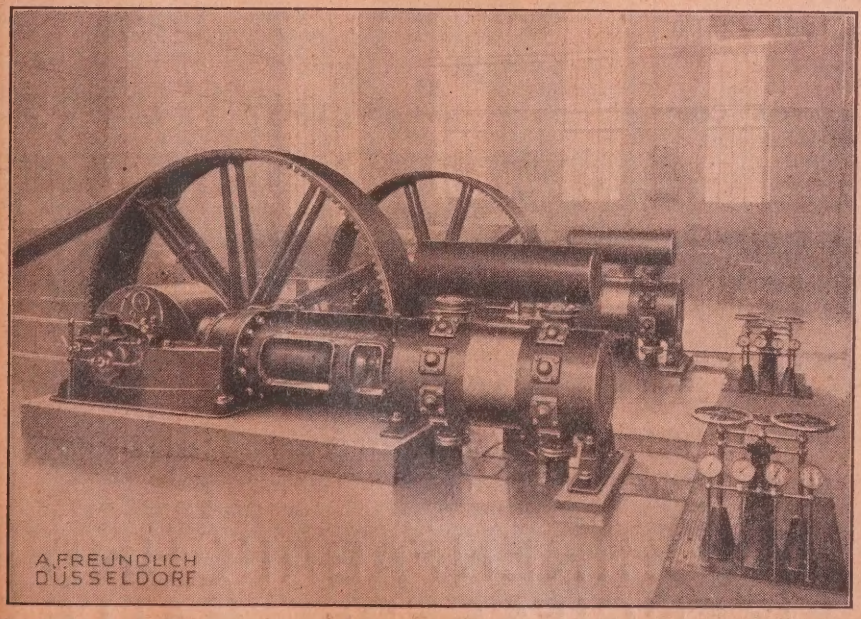
Telegramm-Adresse: Vaudekälte Chemnitz. Fernsprecher 32341

VDK

**KÖLN A. RH.**

Telegr.-Adr.: Vaudekälte Köln, Fernsprecher Köln Anno 215518






Vollständige

**Eis- und Kühlanlagen**

in allen Größen und für alle Verwendungszwecke

Sämtliche Einzelteile wie:

**Kompressoren,** stehende und liegende, von 2500 bis 1 200 000 Kalorien Stundenleistung

**Gegenstrom-Berieselungs-Kondensatoren „Block"** vereinigen als einzige die Vorteile von Gegenstrom und Berieselung

**Spitzbogen-Rapid-Verdampfer** mit dem außerordentlich guten Wärmeübergang

**Eiserzeuger** für Matteis und für Klareis

**„Protektor"-Eiszellen,** außergewöhnlich haltbar, ohne aufgesetzte Teile

**Klein-Kältemaschinen,** stopfbüchsenlose Kleinkältemaschine „Autofrost" und riemengetriebene Kleinkältemaschine, Type R; auch halb- und vollautomatisch

**A. Freundlich**

**Düsseldorf**

**Spezialfabrik für Kältemaschinen**

**Gegründet 1888**



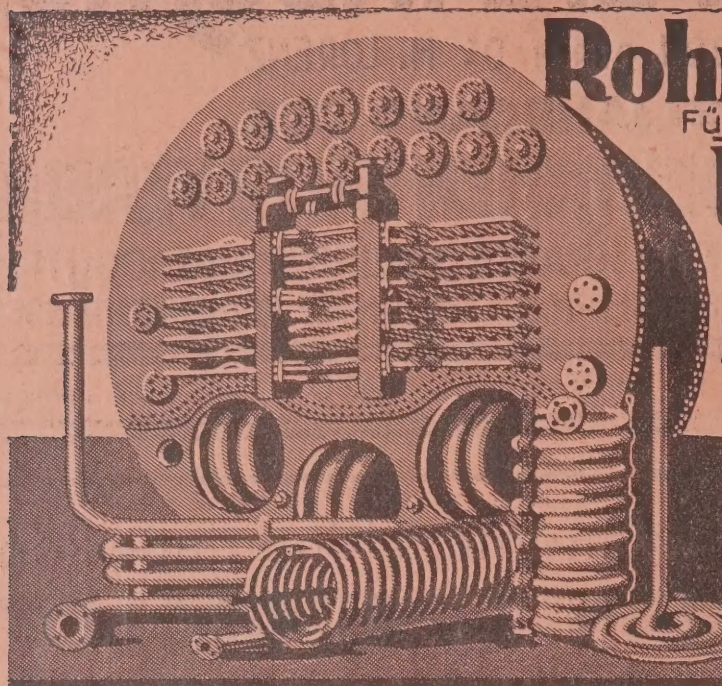
Verlagspostanstalt Dissen (Teutoburger Wald)



JAN 2 1931

UNIVERSITY OF ILLINOIS

# Lauchhammer



## Rohrschlangen
Für Heiz-und Kühlzwecke

## Überhitzer
für Lokomotiv-u. Schiffskessel

## Rippenrohre,

MITTELDEUTSCHE STAHLWERKE A.G.
LAUCHHAMMERWERK RIESA AN DER ELBE

---

## Der richtige Motor für Kühlschränke

Hoher Anzug
Geräuschloser Gang
Gummi gelagert
Keine Radiostörung
Tagesproduktion 1500—2000

**Concordia G. m. b. H.**
Generalvertreter d. Wagner El. Corp.
STUTTGART, Gewerbehalleplatz 1
Telegr.-Adr.: Tension Telefon: 27370

---

## Eis-Zellen

und Zellenrahmen als Spezialität

Referenzen erster Häuser

Fabrik für Brauerei-und Kühlmaschinen-Bedarf
**Anton Hurtz**
Breyell, Bez. Düsseldorf

---

# EIS- UND KÜHLMASCHINEN

HME
HALLE

## für alle Zwecke

Einrichtungen für Margarinefabriken und Oelraffinerien

HALLESCHE MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI, HALLE

# Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

**Die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie**
erscheint in Monatsheften und kann durch die Post, durch den Buchhandel oder vom Verlag innerhalb Deutschlands zum Jahresbezugs-Vorzugspreis von RM. 16.— jährlich bezogen werden. — Bei Quartalsbezug kostet die Zeitschrift RM. 4,50 frei Haus. Einzelhefte kosten innerhalb Deutschlands RM. 1,50 zuzüglich der Versandspesen.

Für das Ausland ist zufolge der höheren Versand- und sonstigen Unkosten der Jahresbezugspreis auf RM. 24,— bei Lieferung frei Haus festgesetzt. Es ist freigestellt, auf der Basis von RM. 24,— in der jeweiligen Landes-Währung zu zahlen. **Es wird gebeten, nur bankfähige Zahlungsmittel zu überweisen.**

Die Lieferung erfolgt auf Gefahr des Empfängers. Kostenlose Nachlieferung verloren gegangener Hefte erfolgt nicht. Ueberweisungen gehen zu Lasten des Bestellers.

Der Bezug erneuert sich ohne förmliche Neubestellung.

Bei Bestellung von Einzelheften erfolgt der Versand zur Verringerung der beiderseitigen Arbeit durch Postnachnahme.

**Unsere Jahresbezieher werden ausdrücklich gebeten, den nicht gewünschten Weiterbezug für das nächste Jahr bis zum 1. Oktober des laufenden Jahres dem Verlag bekannt zu geben.**

Bezieher, welche die Zeitschrift *bereits vom Verlag* beziehen, erhalten auch durch den Verlag Rechnung. Bezieher, welche die Zeitschrift *bei der Post bestellen* und bezahlen, erhalten wie üblich Aufforderung zur Zahlung durch die Post.

Nach den Bestimmungen der Reichspost sind alle *Wohnungsänderungen* stets dem zuletzt *zuständigen Bestellpostamt* anzumelden. Erfolgt diese Anmeldung nicht, so geht die Zeitschrift an die Postanstalt wieder zurück. Bei verspäteter Meldung ist häufig mit dem Verlust der bei dem alten Postamt noch eingelieferten Nummern zu rechnen, *da die Postanstalten nicht verpflichtet sind, unbestellbare Hefte aufzubewahren.*

Bei *Ausbleiben von Heften* liegt meistens ein Verschulden der Post vor. Beschwerden sind deshalb zunächst nicht beim Verlag, sondern bei dem zuständigen Postamt zu führen. Es wird dadurch am raschesten Abhilfe geschaffen; besonders kann im Falle der Zustellung an unberechtigte Empfänger das Heft zurückgefordert und dem Bezieher unverzüglich nachgeliefert werden.

Bei Mitteilung *neuer Adressen* bitten wir, stets das *zuständige Bestellpostamt* mitzunennen. Nur dadurch sind wir in der Lage, die prompte Zustellung der Zeitschrift zu gewährleisten.

ANZEIGEN nach besonderem Satzspiegel, welcher durch den Verlag unverbindlich bezogen werden kann.

Anzeigen für Stellungssuchende pro mm $^1/_9$ Seitenbreite 15 Pfg. Bei Wiederholungen wird ein entsprechender Nachlass gewährt. Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Für Dauerinserenten besonderer Tarif.

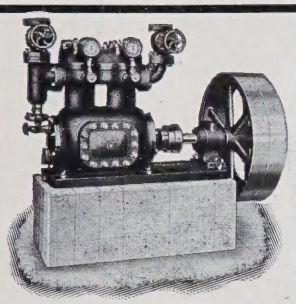
*Schluss der Anzeigenannahme Ultimo des Monats.*

MITTEILUNGEN, welche den Zeitschriftenversand, die Anzeigen oder sonstige geschäftliche Angelegenheiten betreffen, sind zu richten an die

**Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9**
*Köthenerstrasse 34. Fernsprecher Kurfürst 5876*
*Drahtanschrift Kühlung Berlin.*

**Die obigen Bezugsbedingungen finden auf die Mitglieder des Deutschen Kälte-Vereins keine Anwendung.**



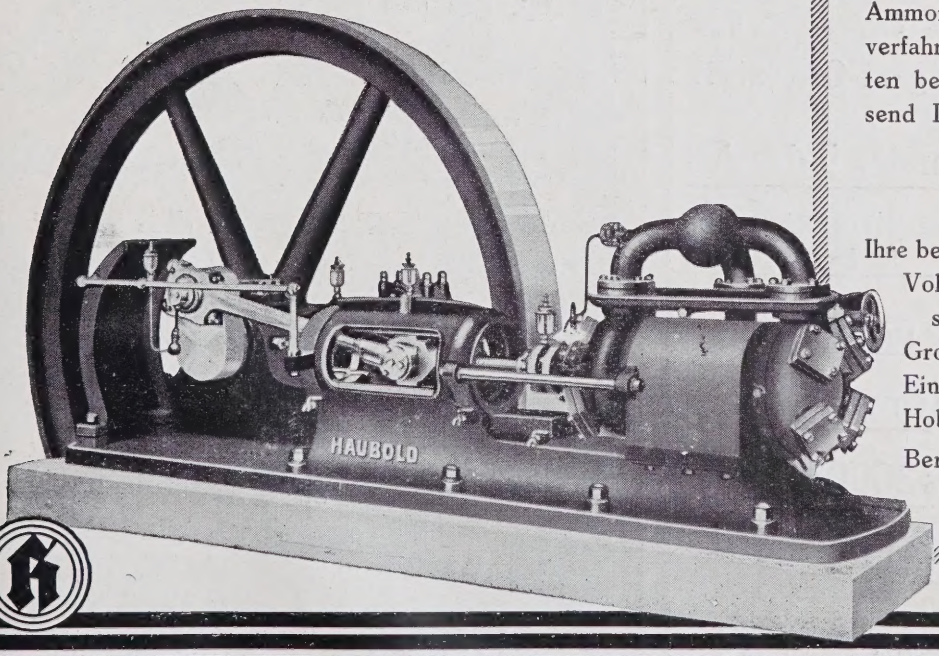


## Original „Brinkmann"

Ammoniak-Kältemaschinenanlagen 2 — 400000 Kal./stdl., halb- und vollautomatisch haben sich seit 10 Jahren in Brauereien, Molkereien, Schlachthöfen, Kühl- und Gefrierhäusern, Chemischen Fabriken, Hotels, Konditoreien, Metzgereien, Eisfabriken, Wild- und Geflügelhandlungen von Jahr zu Jahr weiter eingeführt und glänzend bewährt.

**Maschinenfabrik Heinrich Brinkmann, Frankfurt a. M. 3**

Haubold




## Eismaschinen Kühlanlagen

für alle industriellen und gewerblichen Zwecke nach dem Ammoniak- oder Kohlensäureverfahren sind seit Jahrzehnten bewährt in mehreren tausend Lieferungen nach allen Erdteilen.

✶

Ihre bekannten Eigenschaften:
Vollkommene Betriebssicherheit,
Große Wirtschaftlichkeit,
Einfache Bedienung,
Hohe Leistung

Beratung durch Fachingenieure unverbindlich!

198

**C. G. HAUBOLD A.-G. CHEMNITZ**

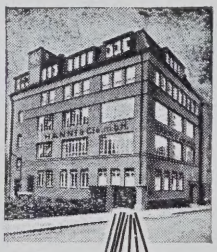
**Mehr als 5 Millionen**

Quadratmeter Korksteinplatten dieser Marke bisher geliefert; ein schlagender Beweis für die Zweckdienlichkeit und Beliebtheit unseres Erzeugnisses.

**Fragen Sie an:** Wir geben bereitwilligst Auskunft!

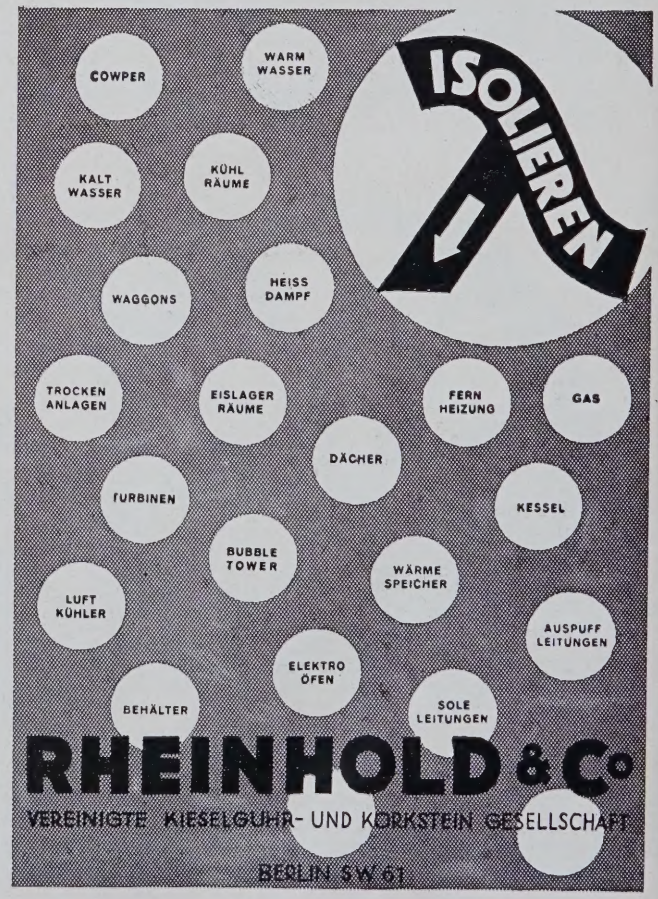
Hamburger
**Korksteinfabrik**
Dr. Friedrich Nafzger
Hamburg-Billbrook

**Chlormethyl und Chloraethyl**
**auch parfümiert**
in großer Reinheit als
**Kältemittel für Eis- und Kühlmaschinen**
liefert
I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Verkaufsgemeinschaft Chemikalien / Abt. Z
Frankfurt a. M.



**Hänni & Cie. m. b. H.**
Fabrik technischer Mess-Instrumente
Stuttgart-Cannstatt

Manometer jeder Art
Differentialmanometer
für Leistungsprüfer
Zeigerthermometer
Ferntherm ometer
Pyrometer bis 3000°
Schreibinstrumente
Reparaturen
aller Fabrikate



# SCHÜCHTERMANN & KREMER-BAUM

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR AUFBEREITUNG

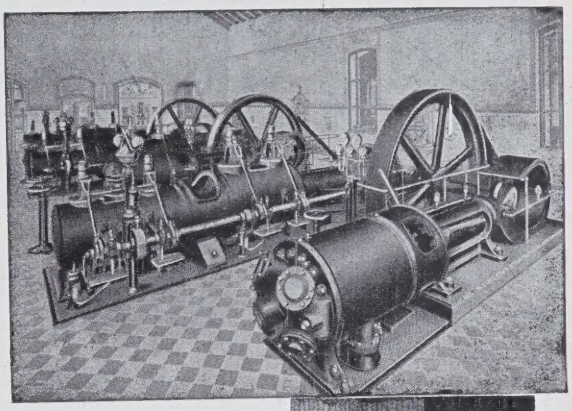
## DORTMUND

### Abteilung Maschinenbau

# KÄLTE-

## Erzeugungsmaschinen

mit schwefliger Säure oder mit Ammoniak als Kältemittel arbeitend, für alle Verwendungsgebiete, besonders zum Kühlen und Gefrieren von Lebensmitteln und zur Herstellung von Eis



## Dampfmaschinen

in jeder Grösse und Ausführungsart

## Ventilatoren

für den Luftumlauf in Kühl- und Gefrierräumen

## Kreiselpumpen

für Kühlwasser, Salzwasser und andere Flüssigkeiten

N 29

---

**Aeußerst günstig in Holstein (Nähe Hamburgs) gelegene frühere**

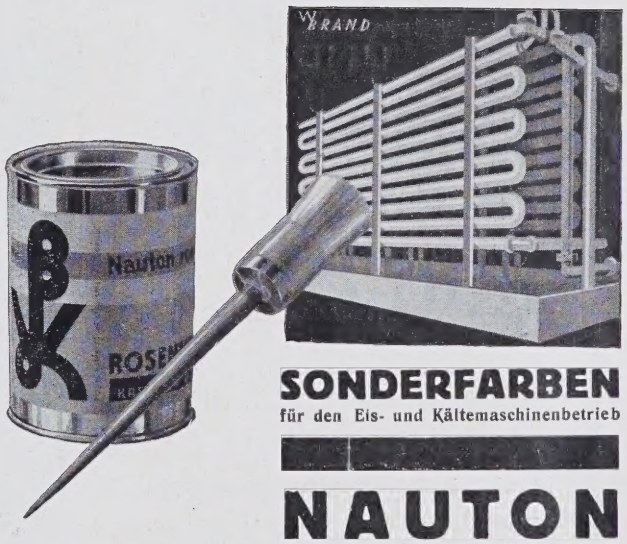
# Bierbrauerei

zu vorteilhaften Bedingungen zu verkaufen oder zu verpachten. Dieselbe würde sich für eine Margarinefabrik sehr gut eignen, da Gebäude in Ia. Zustand, 2 Lindes Eismaschinen in Betrieb, sowie maschinelle und übrige Betriebsanlagen in tadellosem Zustande sind. Wasserverhältnisse prima. Gleisanschluß.

Zur Vervollständigung für die Margarinefabrikation sind nur 30—50000 RM. erforderlich. Evtl. Beteiligung seitens der jetzigen Inhaber. Wohnungen stehen zur Verfügung.

Offerten unter Chiffre **K. T. 890** an die Geschäftsstelle ds. Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

---




**SONDERFARBEN**

für den Eis- und Kältemaschinenbetrieb

# NAUTON

**rot oder schwarz**

für Generator- und Kondensator-Spiralen usw., widerstandsfähig gegen Salz- und Süßwasser, Ammoniak usw.

**ROSENZWEIG & BAUMANN KASSEL**

# Kühlhaustüren

**seit 20 Jahren weit bekannt als „Sterkeltüren"**

**Kühlhaustüren, -Fenster, -Luken, Schrankwände, zerlegbare Luftkühler, Luftkühlerabdeckungen.**

Meine Fabrikate wurden zu tausenden für europäische und aussereuropäische Schlachthöfe und Kühlhäuser geliefert, darunter für die grössten des Kontinents

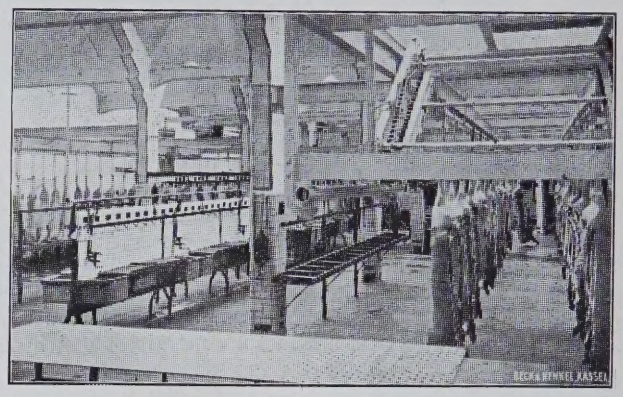
Vorteilhafte Sonderausführungen für Brauereien usw. — Normale Türengrössen für Klein-Kühlanlagen bei Fleischern, in Hotels und sonstigen Gross-Küchenbetrieben immer vorrätig — Eigene Beschläge- und Verschlussfabrikation für die bekannten Sterkel'schen Kühlhausverschlüsse Eigenes Holzlager gegen 1500 cbm, dadurch grösste Leistungsfähigkeit und kürzeste Lieferfristen.

**Otto Sterkel**

**Spezialfabrik für Kühlhaustüren**

**Ravensburg i. Württbg.**

# Schlachthof-Einrichtungen



Schlachtraum in einer Fleischwaren-Fabrik

**Vorkühlräume und Kühlzellen aller Systeme**
**Schrägaufzüge**
**Pökelzellen**
**Haken und Beschläge aus nichtrostendem, neusilberverchromtem Metall**

**Maschinenbau Akt.-Ges. vormals Beck & Henkel, Kassel**

# EIS- UND KÜHL MASCHINEN

FÜR ALLE KÜHLZWECKE
BIS ZU DEN GRÖSSTEN
ABMESSUNGEN
SPEZIALAUSFÜHRUNG
KLEIN-KÄLTE-MASCHINEN

**Sofort ab Lager lieferbar!**

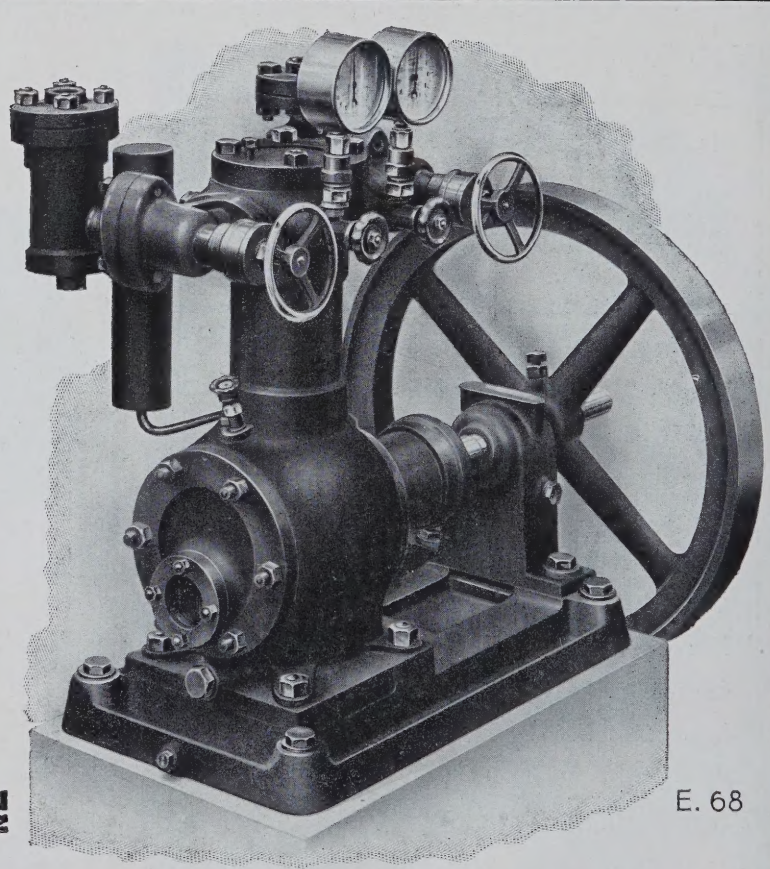
Wiederverkäufer gesucht!

**Über 30jährige Erfahrungen auf dem Kältegebiete**

**Weitere Erzeugnisse:** Dampfturbinen, Dampfmaschinen, Dieselmotoren, Kreiselpumpen, hydraulische Pressen. Umbau veralteter, unwirtschaftlich arbeitender Anlagen. — Reparaturen. Hochwertiger Grauguß.

**WUMAG**
**WAGGON- UND MASCHINENBAU AKTIENGESELLSCHAFT GÖRLITZ**

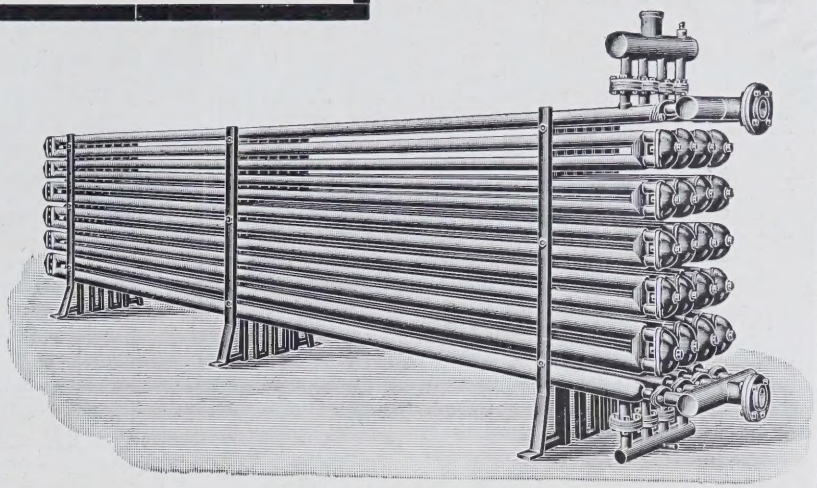
**GÖRLITZ**




Stehender Ammoniak-Kapsel-Kompressor Type »K«, Leistung 1500—25000 Cal. stdl.

# Siro-Doppelrohr-Gegenstrom-Kondensatoren

Mehrere D. R. P.
Für alle Gase und Drücke
Sauberste Ausführung
Kurze Lieferzeit
Höchste Garantie



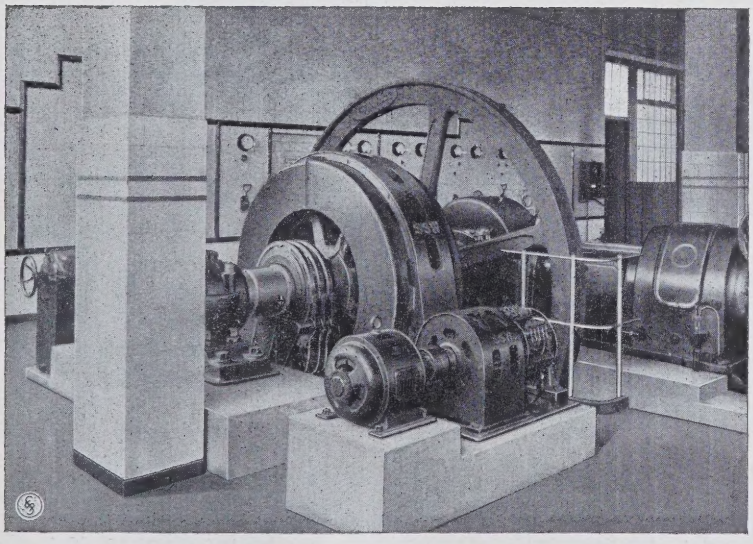
**Spezial-Ausführungen für geringen Wasserverbrauch und unreines Kühlwasser**
Ausführung von Neu-, Ersatz- u. Umbauten von Anlagen jed. Größe; ferner **Verdampfer, Kühlsysteme, Eisgeneratoren, Rippenrohre** etc.

## Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H.

Drahtanschrift: Sirowerk Rodenkirchen-Rhein **Rodenkirchen bei Köln** Fernsprech - Anschluß: Hansa 94000 und 98680

**Aelteste Spezialfabrik für Apparate und Zubehörteile für die gesamte Kälte-Industrie**

# Elektrische Kraft- und Beleuchtungsanlagen in Kühlhäusern und Eisfabriken



Drehstrom-Asynchronmotor, 185 kW, 500 V, n = 147 U/min, mit Phasenschieber, zum Antrieb eines Linde-Kompressors

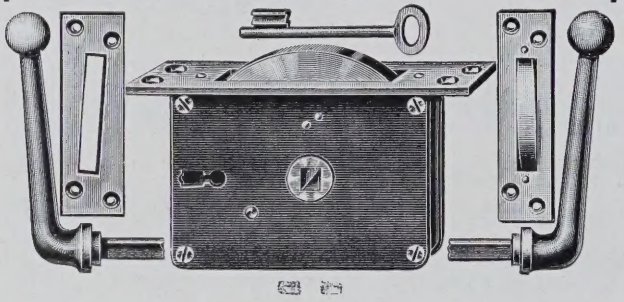
# Siemens-Schuckert

Moderne
Kühlanlagen und Eisfabriken
Kontroller Patent Glässel
Entlüftungsapparate D.R.P. Angem.
Luftzirkulations-Einrichtung D.R.P.
$NH_3$ Kompressoren
Kontroller für Kälteanlagen
D. R. W. Z.
Umbau alter unwirtschaftlicher Anlagen
Maschinenfabrik Stein
G. m. b. H.
Stuttgart-Cannstatt

Knetbare Metall-Stopfbüchsenpackung
GRANAL
Nur eine Dimension für alle Stopfbüchsen-Grössen!
Beste und billigste Dauerpackung
für Eis- und Kältemaschinen, Kompressoren, Dampfmaschinen etc.
Max Heller, Leipzig S. 3, Fockestr. 11

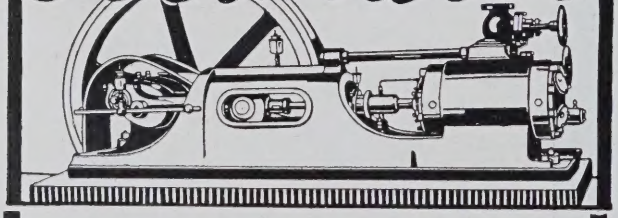
Ammoniak flüssig wasserfrei
als Kältemittel
für Eis- und Kühlmaschinen
liefert aus eigener Produktion
CHEMAG
Chemikalien-A.-G., Berlin W. 35
Spezial-Angebot auf Anfrage!

C. vom Baur, Schloßfabrik
Velbert, Rhld.
Spezialerzeugnisse: Schlösser und Beschläge jeder Art für Eisschränke und Kühlanlagen

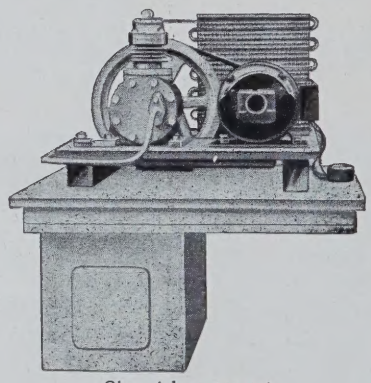


Erfahrener Kältefachmann
seit 10 Jahren als Obermeister, resp. Montagemeister, tätig, über 20 Jahre im Fach, vertraut mit allen Systemen wie $NH_3$-, $SO_2$-Automaten, 40 Jahre alt, sucht geeigneten Wirkungskreis für Betrieb oder Reise, auch als Maschinenmeister, Ia. Zeugnisse und Referenzen zur Verfügung.
Angebote unter A. B. 892 an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

Witt Eis & Kälte



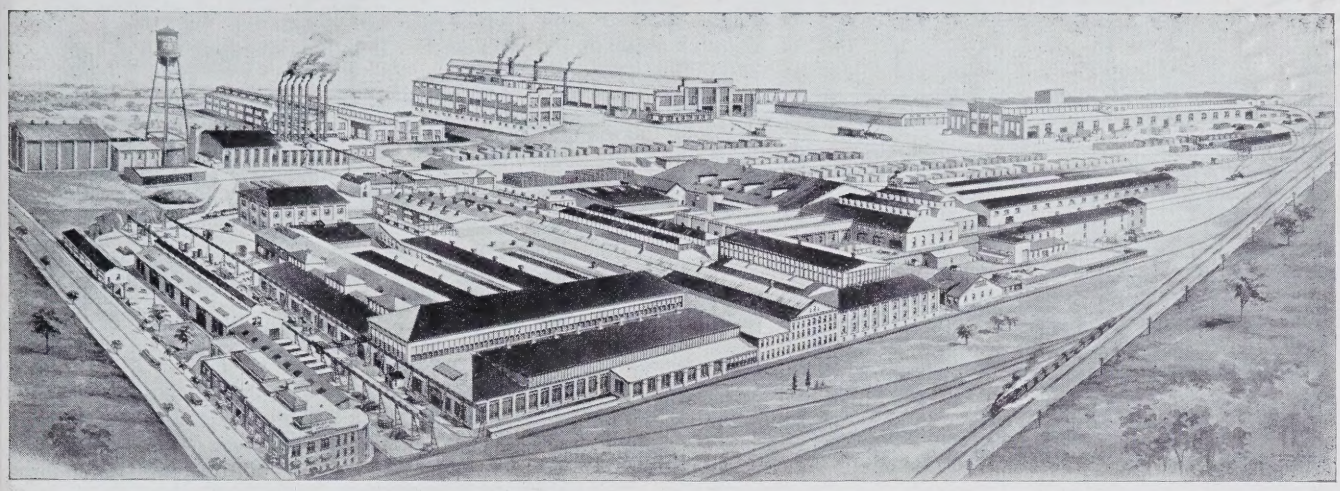
Ueber 30jährige Spezialität
Eis- und Kühlanlagen
modernster Bauart für kleine, mittlere und grosse Leistungen und für jeden Verwendungs-Zweck
TH. WITT G. m. b. H.
Aachen
Spezialfabrik für Eis- und Kühlmaschinen.



Obeneinbauaggregat

Komplette montagefertige
Einbau-Aggregate
vollautomatisch
Luftkühlung: 200 — 1000 Kal.
Wasserkühlung: 400 — 2500 Kal.
REINDEUTSCHE QUALITÄTSARBEIT!
Robert Wahl, Maschinenfabrik
Balingen in Wttbg.

# FRICK Kälteanlagen



Hauptverwaltungsgebäude und Fabrik der Frick-Company mit einer bedeckten Fläche von mehr als 30 Morgen, in Waynesboro. Pa. U. S. A.

Seit mehr als 50 Jahren dienen die Frick-Kälte-Maschinen-Anlagen für die Erhaltung von Nahrungsmitteln und die Herstellung von Eis. Die Frick-Kälte-Maschine wird jetzt in mehr als 50 verschiedenen Industrien verwendet.

Die Frick-Company hat ihre Kälte- und Eismaschinen-Anlagen in nahezu allen Ländern der Welt eingebaut. Tausende von Verbrauchern wissen, daß die Frick-Kältemaschine von erstklassiger Qualität, dauerhaft und von bestem Wirkungsgrade im Betriebe ist. Viele Frick-Kältemaschinen, die in den achtziger und neunziger Jahren eingebaut worden sind, sind noch heute im Betrieb.

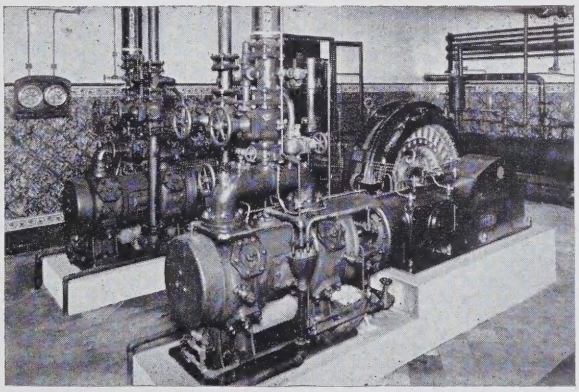
Frick-Literatur und Gutachten über Maschinen werden jedem Interessenten gern — ohne Verpflichtungen des Empfängers — zugesandt. Geben Sie uns gefl. die von Ihnen gewünschte Kälteleistung an.

Wir zeigen einen großen horizontalen Duplex-Kompressor in Barcelona (Spanien) im Betrieb; dies ist nur einer von den Schlagern großer Frick-Installationen in Europa.

**Vertretungsfirmen in Uebersee:**

**Société Générale de Matériel Frigorifique, 147, Boulevard Serurier Paris-19e, Frankreich**

Havana (Cuba),
San Juan (Porto Rico),
Mexico City (Mexico),
Maracaibo (Venezuela),
Rio de Janeiro (Brasil.),
Honolulu (T. H.),
Sydney (Australien),
Buenos Aires (Argent.),
Manila (P. I.),
Tokio (Japan).



**Vertretungsfirmen in Uebersee:**

**Inurrieta, Ordinas y Cia., Apartado 141, San Sebastian Spanien**

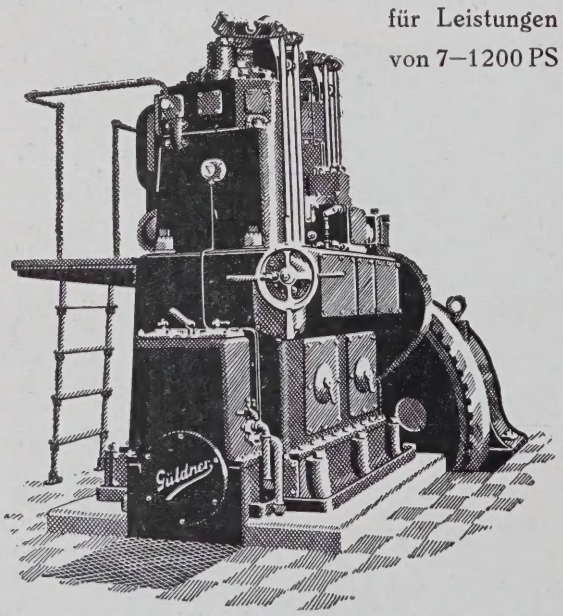
Lahore, Barabazar, Ind.
Calcutta (Indien),
Gwalior „
Athen (Griechenland),
Capetown (Süd Afrika),
Port Elizabeth „
Durban „
Johannesburg „
Glasgow (Schottland),
Ancoats,
Manchester (England).

Frick Company
WAYNESBORO. PA.. U. S. A.
ICE MACHINERY SUPERIOR SINCE 1882

**Jüngerer Ingenieur**
für Büro und Reise, mit Erfahrungen im
**Kleinkältefach**
möglichst mit Führerschein 3b zum Januar 1931 oder früher gesucht.
Angebot mit Zengnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter **J. M. 888** an die Geschäftsstelle ds. Zeitschr., Berlin W. 9, Köthenerstr. 34, erbeten

ALGOSTAT
KORK
PLATTEN
UND
SCHALEN
AUS EXPANDIERTEM KORK HERGESTELLT
GERUCHLOS, ZUR ISOLIERUNG
EIS- UND KÜHLRÄUMEN
SÄMTLICHE MATERIALIEN FÜR
WÄRME- UND KÄLTESCHUTZ
A. HAACKE & CO.
CELLE 4

**GÜLDNERS**
kompressorlose
**DIESEL-MOTOREN**
für Leistungen
von 7—1200 PS




Brennstoffverbrauch 170—185 Gramm für 1 PSe/Std.
**Güldner Motoren-Werke Aschaffenburg 27**
Zweigniederlassung der Gesellschaft
für Linde's Eismaschinen A.-G.

KLEINVENTILE FÜR
KÄLTEMASCHINEN
SYSTEM
HŒRBIGER
HŒRBIGER & CO. MAUER BEI WIEN
EXPOSITUR DÜSSELDORF WILHELM TELLSTR. 8

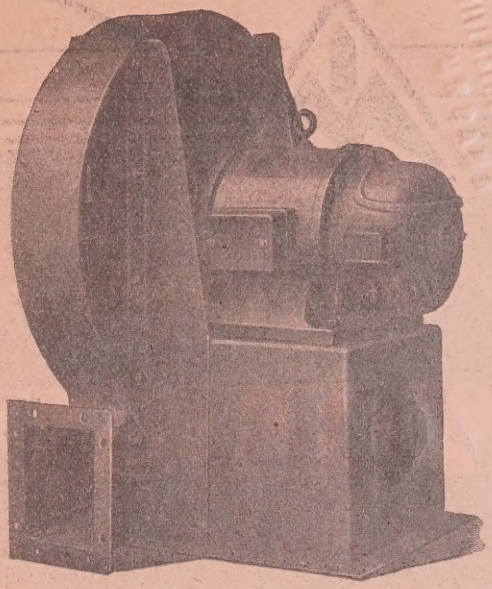
**Kohlensäure** flüssig wasserfrei
**Ammoniak** flüssig wasserfrei
für Kühlanlagen garantiert rein!
**Gewerkschaft Wahle I**
**Vilbel bei Frankfurt a. M.**

**Kälte-Fachmann**

31 Jahre alt, mit guter Allgemeinbildung, selbständig in Entwurf, Angebot und Montage, bewandert im Verkehr mit der Kundschaft, zuletzt als Vertreter im Ausland tätig, sucht sich zu verändern bezw. die Leitung eines Zweigbüros zu übernehmen.

Angebote unter V. Z. 889 an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

**Bald & Co.**
Siegen i. W.
Spezialität
**Eiszellen**



**Ventilatoren, Exhaustoren**
**Kreiselpumpen**
für alle Zwecke der Industrie
G. SCHIELE & CO., G. M. B. H.
ESCHBORN a./T. bei FRANKFURT a. M.

**Die neuesten Beihefte**

Reihe 2, Heft 2, Dr.-Ing. J. van der Ploeg:
***Der Wärmeübergang am Berieselungskühler***

Reihe 2, Heft 3, Dr.-Ing. Heinz Reinhard Mannesmann:
***Versuche an einer intermittierenden Absorptions-Kältemaschine***

Reihe 3, Heft 4, Dr.-Ing. Walther Tamm:
***Die Kühlung von Fleisch***

Zu beziehen durch die
***Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstraße 34***

Fabrik für Kälteanlagen Mitteldeutschlands **sucht**

**tüchtigen Werkmeister für Klein-Kältemaschinenbau**

Es kommt hier nur ein Fachmann in Betracht, der mit der Montage von Klein-Kältemaschinen nach dem Kompressorsystem vertraut ist. Ferner

**tüchtigen Fachmann für die Abnahme** von elektr.-autom. Kühlschränken nach dem Kompressor-System und gewerbliche Klein-Kälteanlagen.

Hierfür kommt nur Kältefachmann in Frage, der in gleichartigen Werken tätig war und Erfahrungen im Bau moderner Kühlschränke besitzt.

Ausführliche Angebote mit Angabe der seitherigen Tätigkeit, des Ausbildungsganges, Referenzen, Alter und Gehalts-Ansprüchen erb. unt. **T. F. 893** an die Geschäftsst. ds. Zeitschr., Berlin W. 9, Köthenerstr. 34

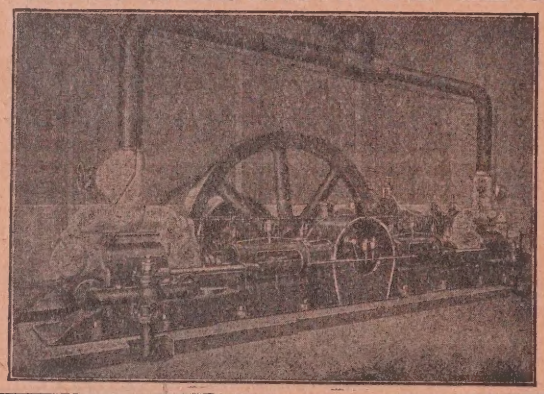
Kennen Sie unsere vereinfachte

VOLLAUTOMATIK

Metzenauer & Jung
Elberfeld

Spezialfabrik selbsttätiger Schaltapparate

WEGELIN & HÜBNER, MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI A.-G.
HALLE A. S.



EIS- UND KÄLTEMASCHINEN
FÜR ALLE INDUSTRIEN AMMONIAK- UND KOHLENSÄURE
KOMPRESS.-MASCH., HOCH-LEISTUNGS-ABSORPTIONSMASCH. FÜR ABDAMPFBEHEIZUNG, GEFRIER- UND TIEFKÄLTE-ANLAGEN (TEMP. —45°) FÜR SCHACHT-ABTEUFUNG, VERFLÜSSIGUNG VON GASEN usw. PLATTENEIS-, KLAREIS- UND KRISTALLEIS-FABRIKEN. GEFRIERWASSER-AUFBEREITUNGS-ANLAGEN FÜR KRISTALLEIS-FABRIKATION BEI VOLLSTÄNDIGER ABDAMPF-ENTÖLUNG NACH PATENTIERTEM VERFAHREN
DAMPFMASCHINEN, DAMPFKESSEL, HYDRAUL. PRESSEN, FLÜSSIGKEITSPUMPEN JEDER ART, KOMPRESSOREN, VACUUMPUMPEN, FILTERPRESSEN

„Arbor"
Hochdruck-Ventile
Stahlflaschen — Kohlensäure
Actien-Gesellschaft für Kohlensäure-Industrie
Berlin W. 8

KÄLTE-INGENIEUR
Anfang 40, über 20jährige Erfahrung, vertraut mit Kompressions- und Absorptions-Kältemaschinen, sicherer Projekteur und Konstrukteur für Groß- und Kleinanlagen, gewandt im Verkehr mit der einschlägigen Kundschaft, umsichtiger Montage- und Betriebsleiter, **sucht**, gestützt auf vielseitige technische und kaufmännische Kenntnisse und prima Referenzen, arbeits- und aussichtsreiche Dauerstellung im In- oder Auslande bei Industrie oder Kommune, evtl. zur Leitung eines Zweigbüros. Eintritt sofort oder später.
Gefl. Angebote unter Chiffre E. S. 878 an die Geschäftsstelle ds. Zeitschr., Berlin W. 9, Köthenerstr. 34

Für den Textteil verantwortlich:
Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin N. W. 87, Klopstockstrasse 9
Für den Inseratenteil verantwortlich:
Dipl.-Ing. Egon Zäuner, Gewerberat a. D., Berlin W. 35, Lützowstrasse 49.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112275356